

WIDENER LIBRARY



HX J8NM -

Sci 1085.13 (74)



HARVARD
COLLEGE
LIBRARY



A N N A L E N
DER
P H Y S I K.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG,
MITGLIED D. KÜN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN,
DER OBS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU
ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM.
GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U.
ZU JENA, U. D. PHYS. GES. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, HEIDELBERG,
LEIPZIG, MARBURG U. ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS.
AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER
WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÜN. GES.
D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

76
SECHS UND SIEBZIGSTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
BEI JOH. AMBROSIVS BARTH
1824.





Königsberg 1844

DR. LUDWIG WILHELM GILBERT

ORD. PROFESSOR DER PHYSIK ZU LEIPZIG

geb. am 12 August 1769

gest. am 7 März 1844

A N N A L E N
DER
P H Y S I K
UND DER
PHYSIKALISCHEN CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG,
MITGLIED D. KÜN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN,
DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER SATAV. GES. D. NATURK. ZU
ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM.
GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U.
WIEN, U. D. PHYS. GESS. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, HEIDELBERG,
LEIPZIG, MARBURG UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS.
AKAD. DER WISS. ZU PETERSEURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER
WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÜN. GES.
D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SECHSZEHNTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
BEI JOH. AMBROSIIUS BARTH
1824.

Sci 1085.13 (76)

2021
44-70
2-73

I n h a l t.

J a h r g a n g 1824, B a n d 1.

der Neuesten Folge Band 16.

E r s t e s S t ü c k.

- I. Versuche zur genauen Bestimmung der magnetischen Neigung, wie sie in London im August 1821 war, und Bemerkungen über die Inclinatorien; von Edward Sabine, Kapit. d. kön. Artill., F.R.S. Frei überfetzt von Gilbert** **Seite 1**
- | | |
|--|----|
| 1. Fehler der ältern Neigungsadeln | 3 |
| 2. Mayer's Neigungsadel von Dollond ausgeführt | 6 |
| 3. Zehn Beobachtungen mit ihr nach Mayer's Art | 11 |
| 4. Die Neigung bestimmt durch Schwingg. nach Laplace's | 16 |
| 5. und nach Kapitän Sabine's Methode | 19 |
| 6. Resultate | 21 |
| 7. Variation der Neigung in London | 22 |
| 8. ist durch Schwingungs-Beobachtungen zu finden | 25 |
| 9. Schluss | 28 |
- Zusatz.** Notiz von Kapit. Sabine's Expedition nach Spitzbergen, und von den neuesten Entdeckungs-Reisen in das Nord-Polarmeer, der Kapp. Parry, Kotzebue, Titow und Scoresby **29**
- II. Geognostische Beschreibung der Hervorragungen des Flötzgebirges bei Lüneburg und bei Segeberg; mit einem Anhang über die Richtung der Nord-deutschen Flufsthäler, und die Lüneburger Heide; von Dr. Friedr. Hoffmann, Priv. Doc. zu Halle, mit einer petrographischen Karte** **33**
- | | |
|--|----|
| 1. Der Gypsberg (fogen. Kalkberg) bei Segeberg | 35 |
|--|----|

2. Der Gypsberg (fogen. Kalkberg) von Lüneburg und seine nächste Umgebung	43
Anhang. Die Lüneburger Helde	55
Die Norddeutschen Flußthäler	61
Ursprünglicher Lauf der Oder 63; der Elbe 66; die Mark, Meckleuburg und Pommern 69.	
III. Ueber das beste Zündpulver durch Schlag von Wright in Hereford	73
IV. Farben-Erscheinungen, welche Eis mittelst polarisirten Lichtes hervorbringt; beobachtet vom Professor Förstermann zu Danzig	76
V. Wiederholung und Erweiterung des Döbereinerschen Versuchs. Frei dargestellt von Gilbert	81
Einleitung.	
1. Ueber die Eigenschaft, welche einige Metalle besitzen, die Verbindung elastischer Flüssigkeiten zu befördern, von den HH. Dulong und Thenard; Vorles. v. 15t. Sept.	83
2. Neue Beobachtungen über die Eigenthümlichkeit gewisser Körper, die Verbindung elastischer Flüssigkeiten zu befördern, von Denselfen; Vorles. vom 3t. Nov.	89
3. Ueber das Entglühen des Palladiums im Hydrogenstrome, vom Prof. Adolph Pleischi in Prag	98
4. Noch Einiges von Hrn. Döbereiner und aus England, insbesondere die Eudiometrie betreffend	102
VI. Beobachtungen des ausgezeichneten tiefen Barometerstandes am 23 Januar 1824	107
1. Von Hrn Klöden, Director d. kön. Schullehrer-Semin. zu Potsdam. In einem Schreiben an Gilbert	107
2. Beob. von Hrn. Theod. Schmiedel in Leipzig	110
VII. Nachtrag zu S. 29	112
Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Observ. Dr. Winkler. Monat Januar.	

Z w e i t e s S t ü c k .

I. Oekonomisch-physikalische Vergleichung der verschiedenen gebräuchlichen Beleuchtungs - Arten etc. von Hrn. Julius Preuss, Ingen. d. Fabrik-Bauwesens in <i>London</i>	Seite 113
1. Steinkohlen-Gas	118
2. Oel - Gas	123
3. Vergleichende Uebersicht des Resultates der 5 beschriebenen Apparate zur Beleuchtung mit Steinkohlen- und mit Oel-Gas	132
4. Preise verschiedener Arten von Beleuchtung	138
II. Theorie der Beleuchtung mit künstlichem Lichte; aus einer Vorlesung des Hrn. Clement-Desormes, Prof. der techn. Chemie	149
III. Resultate einiger vergleichenden Versuche mit Steinkohlengas und mit Oelgas, von Will. Herapath, Esq. zu Bristol	157
IV. Eine Bemerkung über Gaslicht aus Oel und aus Steinkohlen, von Gilbert	165
V. Beitrag zur Naturgeschichte des Harmotoms, vom Profect. Dr. Wernekinck zu Gießen	171
1. Chem. Analyse des Harmotoms von Annerode und vom Schiffsberge	172
2. Krytallographische Beschreibung derselben	177
3. Schluss	186
VI. Ueber die Hervorbringung der menschlichen Sprachlaute, von Chladni	187
a. Allgemeine Bemerkungen	187
b. Ueber Hervorbringung der Vokale	189
c. Ueber Hervorbringung der Consonanten	196

- VII. Ueber Perkins Dampfmaschine, veranlaßt durch den Aufsatz des Hrn. Prof. Schmidt, im letzten Stück dieser Annalen vom vorigen Jahre. Ein Schreiben an Gilbert von Hrn. R. R. Prechtl, Dir. d. polyt. Instit.

217

Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Observ. Dr. Winkler. Monat Februar.

D r i t t e s S t ü c k .

- I. Versuch zur Erklärung des inneren Baues der festen Körper, von Dr. Seeber, Prof. der Physik zu Freiburg Seite 229
- II. Ueber das Gesetz der Abnahme der Wärme mit der Höhe, von Hrn. J. J. Prechtl, Director d. K. K. polytechn. Instit. zu Wien 249
- III. Ueber die Wärme der Gase und Dämpfe, von Hrn. Poisson 269
- IV. Ueber die specifische Wärme der Gase, von Hrn. W. T. Haycraft 289
- V. Allgemeine Bemerkungen über die Temperatur des Erdkörpers und des Raumes, in welchem sich die Planeten bewegen; von Hrn. Fourier 319
- VI. Nachträgliche Bemerkung zu dem in Heft 2. Bd. 76 enthaltenen Aufsatz über den Harnstoff, vom Hrn. Dr. Wernekinck zu Gießen 336

VII. Trauriges Ereigniß mit Knallquecksilber, zur Warnung mitgetheilt von Hrn. Administrator Hermann zu Schönebeck	337
VIII. Hagel mit metallischem Kern	340
IX. Hagel von außerordentlicher Größe	342
X. Merkwürdige Schneebälle	343
XI. Notiz für die Theilnehmer an den im Juni und Juli 1823 Statt gehabten Barometerbeobachtungen; vom Hrn. Maj. v. Oesfeld und dem Herausgeber	345
Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Obferv. Dr. Winkler. Monat März und April.	

Viertes Stück.

I. Versuch einer Erklärung des innern Baues der festen Körper; von Dr. Seeber, Prof. der Physik zu Freiburg im Breisgau (Fortsetzung)	Seite 349
II. Allgemeine Bemerkungen über die Temperatur des Erdkörpers und des Raumes, in welchem sich die Planeten bewegen; von Hrn. Fourier (Fortsetzung)	373
III. Uebersicht über sämmtliche in den letzten Jahren in Cornwall und dem nördlichen England angestellte Beobachtungen über die Temperatur in Bergwerken und deren Zunahme mit der Tiefe	390

1. Beobachtungen und Folgerungen des Dr. Forbes zu Pensanco, ersten Sekretärs der Cornwallier Geologisch. Gesellschaft 392
2. Beobachtungen und Folgerungen aus Ihuen, dargestellt nach 3 verschiedenen Aufsätzen von R. W. Fox in Cornwall 408
3. Beobachtungen und Folgerungen von M. P. Moyle, Esq. zu Helston in Cornwall 429
4. Erfahrungen aus den brittischen Steinkohlenbergwerken von Robert Bald 440

Zusatz. Temperaturbeobachtungen:

- I. von Gensanne in den Vogesen 443
- II. von Sanssure im Kanton Bern 443
- III. von d'Anbuisson im Erzgebirge 443
- IV. vom Ober-Berghptm. v. Trebra daselbst 444
- V. von d'Aubuisson in der Bretagne 446
- VI. von Hrn. A. v. Humboldt in Neuspanien 448
 - Peru 450
 - im Fichtel- u. Erzgebirge 451
- VII. vom Bergmeist. Wallman um Fahlun 451
- VIII. von Hrn. Arago in Paris 452
- IX. - - - - Artois 452
- X. von Hrn. v. Buch in Lappland 452

- IV. Versuch über Ludwig Wilhelm Gilbert's Leben und Wirken; von Dr. Ludwig Choulant, Professor an der chirurgisch-medicinischen Academie zu Dresden 453

Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Observ. Dr. Winkler, Monat Juni, Juli, August 1823.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ERSTES STÜCK.

I.

Versuche zur genauen Bestimmung der magnetischen Neigung, wie sie in London im August 1821 war, und Bemerkungen über die Inclinatorien;

VON

EDWARD SABINE, Kapit. des kön. Artiller. Regim., F.R.S.

(vorgeles. in d. k. Gef. d. W. zu Lond. d. 22 Nov. 1821.)

Frei übersetzt von Gilbert.

Nicht ohne ein lebhaftes Vergnügen habe ich diesen interessanten und wichtigen Aufsatz bearbeitet, der durch die Untersuchung des Hrn Hofr. Mayer in Göttingen „über die Vervollkommnung des Neigungs-Compasses und der Methode die Neigung zu beobachten“, veranlaßt worden, und gewissermaßen für eine Fortsetzung derselben zu nehmen ist. Hrn Mayer's verdienstvolle Arbeit sieht, nach meiner freien Uebersetzung, in diesen Annalen Jahrg. 1814 St. 11 (B. 48 S. 229) *). Auf sie hat Kapitän Sabine fortgebaut,

*) Durch einen Irrthum steht dort stets Meyer, und in Hrn Sabine's Aufsatz findet sich durchgehends eben diese irrige Schreibart des Namens. G.

der sich mit vollem Rechte den Ruhm eines vortrefflichen Beobachters, auf den beiden Expeditionen in das arktische Polarmeer unter den Kapitänen Ross und Parry erworben hat, und dessen Geschicklichkeit und unermüdlichem Eifer diese Reisen vorzüglich ihren bedeutenden wissenschaftlichen Werth verdanken; wie dieses die königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu London, durch Ertheilung der Copleyschen Medaille im J. 1821 an ihn, feierlich anerkannt hat. Die von Hrn Hofr. Mayer gründlich entwickelten Vorschriften um zu zuverlässigeren Neigungs-Beobachtungen zu gelangen, hat Kapitän Sabine mit Umsicht in Ausführung gebracht, und es hat Hrn Mayer's Neigungs-Nadel, von einem der besten englischen Künstler verfertigt, in der Hand dieses geübten Beobachters, bei sehr verschiedenen Methoden (von denen mehrere hier zum ersten Male erprobt worden sind), eine Uebereinstimmung innerhalb Fehlergränzen gegeben, die näher bei einander liegen, als man dieses bisher für erreichbar hielt. Wir sind also nun so weit vorgeschritten, daß unsere noch ziemlich lockeren Kenntnisse von dem Erd-Magnetismus sich auf dem sicheren Wege hinlänglich vervollkommneter und leicht anzustellender Beobachtung weiter führen lassen. — Damit die bescheidne Ueberschrift und die Einleitung, welche letztere aus Hrn Mayer's Abhandlung besser Bekanntes enthält, nicht abhalten mögen, auf diese Arbeit die Aufmerksamkeit zu wenden, welche sie verdient, habe ich dieses voraus bemerken wollen, und wünsche dadurch zugleich einige unserer geschicktesten Mechaniker zu veranlassen, deutsche Physiker und Astronomen in den Stand zu setzen, mit einem vollkommenen und nicht zu theueren, von ihnen möglichst geprüften und berichtigten Instrumente, fortlaufend Neigungs-Beobachtungen mit derselben Genauigkeit als Hr. Sabine anzustellen.

Gilbert.

Bei dem Fortschreiten unserer Kenntnisse über den Magnetismus in den neuesten Zeiten, wäre es sehr zu wünschen, daß sich eine grössere Genauigkeit in den Beobachtungen der verschiedenen Erscheinungen des Erd-Magnetismus erlangen liesse, und ganz besonders der magnetischen Neigung. Die Inclinatorien wie sie fast allgemein üblich sind *), haben seit fünfzig Jahren wenige oder gar keine Verbesserungen erhalten, und selbst Beobachter, die sich mit allen Quellen von Irrthum in diesen Instrumenten bekannt gemacht und gegen sie möglichst geschützt haben, können mit ihnen sich der Wahrheit nur nähern. Einige Fehler dieser Instrumente sind leicht zu entdecken, und durch die Art die Beobachtungen anzustellen, auszugleichen. Dahin gehören Fehler in der Theilung, Fehler wegen Excentricität der Nadel in Hinsicht des eingetheilten Kreises, und wegen nicht ganz horizontaler Lage der Agat-Ebenen, auf welchen die Axe der Nadel aufliegt, oder wegen Nicht-Coincidenz derselben mit der geraden Linie, welche die Nullpunkte der Theilung verbindet. Einigen andern Fehlern aber entgeht man auch bei dem sorgfältigsten Verfahren nicht; sie entsiehn hauptsächlich durch Unrichtigkeiten in der Construction der Neigungs-Nadel selbst, und zwar *erstens* durch Unvollkommenheiten in der Axe, welche die Nadel verhindern, wenn man sie wiederholt

*) Das heisst in England, wo die Borda'schen Inclinatorien keinen Eingang scheinen gefunden zu haben. G.

in Schwingungen versetzt, immer wieder auf einerlei Theilstrich des Limbus zur Ruhe zu kommen; und *zweitens* dadurch, daß es selbst für den geschicktesten Künfler sehr schwierig zu erlangen ist, daß die Axe der Bewegung genau durch den Schwerpunkt der Nadel geht; eine Bedingung, von der bei der gewöhnlichen Art zu beobachten die Genauigkeit wesentlich abhängt, und die man doch in der That kein Mittel hat zu prüfen, und die höchst selten oder nie erfüllt ist.

Eine Nadel, die nicht [vor dem Magnetifiren] genau balancirt ist, nimmt, wenn sie [nach dem Magnetifiren] in der Ebene des magnetischen Meridians frei schwebt, die Richtung nicht an, in welche der Erd-Magnetismus allein sie zu versetzen strebt, und weicht merklich von der wahren Neigung ab. Gewöhnlich sucht man diesem Fehler dadurch zu entgehn, daß man die Pole der Nadel durch entgegengesetztes Magnetifiren umkehrt, und das arithmetische Mittel aus den Neigungen nimmt, welche die Nadel in ihren vier verschiedenen Lagen *) angiebt. Daß Männer, die für Autoritäten gelten, diese Art zu beobachten gebilligt haben, beweist, daß sie Beobachtungen der Neigung für bloße Näherungen hielten; denn schwerlich konnten sie es übersehn, daß hierbei das arithmetische Mittel nicht die wahre Neigung giebt, vielmehr oft bedeutend von ihr abweicht, und einen Fehler in das Resultat bringt, der zu vermeiden war und nur wenn

*) Nämlich mit dem einen Ende der Axe links und dann rechts gewendet, in den beiden verschiedenen Lagen, die sich den Polen durch entgegengesetztes Magnetifiren der Nadel geben lassen. *Gilb.*

die Beobachtungen genau angegeben sind, durch eine neue Berechnung *) sich nachher noch verbessern läßt.

Man hat gesucht mittelst eines an der Axe angebrachten Kreuzes von Drähten die vollkommne Aequiponderirung der Nadel zu bewirken. Diese Vorrichtung, welche man in den *Philos. transact. for 1772, Art. 35* beschrieben findet, ist indess mehr sinnreich als von praktischem Vorthail, und macht die Beobachtung von viel bedeutenderen Fehlern abhängig, als die sind, denen sie abhelfen soll. Das Aequipondiren der Nadel nach dem Magnetisiren ist an sich eine schwierige, langweilige und ungewisse Arbeit, und so wandelbar, daß man sich darauf nicht verlassen kann, wenn das Instrument von einem Ort zum andern gebracht wird. Ueberdem werden die Fehler, welche durch die Reibung entstehen, durch das Gewicht des Kreuzes an dem einen und des Gegengewichts an dem andern Arme der Axe vergrößert. Die Fehler unvollkommner Balancirung lassen sich durch Rechnung berichtigen, aber nicht die von der Reibung herrührenden, wenn die Axen nicht vollkommen cylindrisch sind oder Ungleichheiten haben, deren Widerstand die bewegende Kraft der Nadel nicht zu überwältigen hinreicht. Die ungehinderte Bewegung der Axen, und das davon abhängende Zurückkommen der in Schwingungen gesetzten Nadel bei wiederholten Versuchen auf denselben Theilungsstrich, ist daher eine der Haupt-Erfordernisse einer guten Neigungs-Nadel.

*) Nämlich nach Hrn Mayer's Vorschriften, die man weiterhin angegeben findet. G.

Da ich mich durch Versuche mit mehreren Nadeln überzeugt hatte, daß an dem Nicht-Uebereinstimmen ihrer Resultate hauptsächlich die verschiedenen Ursachen von Ungenauigkeit in der Bewegung der Axe Schuld waren, so trug ich Hrn Dollond auf, mir eine Nadel von der Construction des Prof. Mayer in Göttingen zu machen, welche er, durch ähnliche Erfahrungen geleitet, in seiner in den Schriften der Göttinger Societät auf das J. 1814 befindlichen Abhandlung „*de usu accuratiori acus inclinatoria magneticae*“ *) angegeben hat. Die Versuche, von denen ich der kön. Societät hier Bericht erstatten werde, sind mit dieser Nadel gemacht worden. Durch Einfachheit der Construction, Zweckmäßigkeit für den Gebrauch, und das Zusammenstimmen der Resultate, scheint sie den Vorzug vor allen bisher gebrauchten zu verdienen. Da indess Hr. Dollond in einigem Wenigen von Hrn Mayer's Vorschriften abgewichen ist, so wird es zweckmäßig seyn, wenn ich eine kurze Beschreibung seiner Nadel und der Art mit ihr zu beobachten voran schicke.

Die Nadel ist ein $11\frac{1}{2}$ Zoll langes, $\frac{4}{10}$ Zoll breites und $\frac{1}{2}$ Zoll dickes Parallelepiped mit abgerundeten Enden. Eine gerade Linie, die auf ihrer obern Seite

*) Beschreibung eines neuen Inclinations-Compasses und der sichersten Art die magnetische Neigung genau zu bestimmen; von Joh. Tob. Mayer, vorgel. in der kön. Gef. d. Wiss. zu Göttingen am 3 April 1814; frei dargestellt von Gilbert, *Annal.* J. 1814 St. II S. 229. G.

durch den Mittelpunkt von einem Ende zum andern gezogen ist, dient als Index. Die cylindrische Axe, mit welcher die Nadel aufliegt und sich dreht, besteht aus Glockenmetall und endigt sich in Cylinder von kleinerem Durchmesser, mit denen sie auf den Agatplatten liegt; je dünner diese Enden sind, bei der nöthigen Kürze damit die Nadel sich durch ihr Gewicht nicht biege, desto genauer sind die Schwingungen. Schmale Vertiefungen im dickern Theile jeder der beiden Axen sind bestimmt die Y-förmigen Träger des Inclinatoriums in sich aufzunehmen, welche die Nadel für gewöhnlich über die Agatplatten angehoben erhalten und sie beim Beobachten auf sie herablassen, wodurch man gesichert wird, daß bei jeder Beobachtung derselbe Theil der Axen auf den Ebenen aufliege.

In der untern Fläche der Nadel ist, so genau als möglich senkrecht auf die Indexlinie und im Mittelpunkte der Bewegung, eine kleine stählerne Schraubenspindel angebracht, auf die sich eine der durchbohrten kleinen Messingkugeln, von denen man mehrere von verschiedener Größe haben muß, aufschrauben, und der Nadel mehr oder minder nähern läßt, damit man den Schwerpunkt der Nadel mehr oder minder tief unter die Axe der Drehung bringen könne. Dadurch kommt man dem Erd-Magnetismus mit dem Gewichte der Nadel zu Hülfe, um die kleinen Ungleichheiten der Axe zu überwinden, und erhält den Vortheil, daß sie beim Schwingen mit mehr Sicherheit an dem Punkt, bei dem sie stand, zurückkömmt, als wenn man den Mittelpunkt der Schwere in den der Bewegung verletzt.

Wenn diese beiden Mittelpunkte nicht zusammenfallen, so ist zwar die Lage, welche die Nadel in dem magnetischen Meridiane annimmt, nicht die der wahren Neigung; es läßt sich aber letztere aus ihr leicht berechnen, wenn man die Beobachtungen nach der weiterhin folgenden Vorschrift anstellt. Wesentlich nöthig ist es nicht, daß der Mittelpunkt der Schwere in einer auf der Indexlinie genau senkrechten geraden Linie durch den Mittelpunkt der Bewegung gehe, doch kürzt dieses die Beobachtungen und die Berechnungen ab. Ob es erreicht sey, läßt sich mit großer Genauigkeit prüfen, wenn man die Nadel, bevor sie magnetisirt wird, auf die Agatplatten legt, und nachsieht, ob sie bei allen Lagen der Axen, nachdem man sie in Schwingung gebracht hat, wieder genau in die horizontale Richtung zurück kömmt. Thut sie es nicht, so läßt es sich dann noch ohne große Mühe dahin bringen, daß sie diese Vollkommenheit erlange.

Mit einer Nadel, bei der man sich auf diese Justirung verlassen kann, reichen *zwei* in dem magnetischen Meridiane angestellte Beobachtungen hin, die wahre Neigung zu geben; bei der zweiten muß die Nadel so umgelegt werden, daß die Axe, die zuvor rechts vom Beobachter war, nun links liegt, und die Seite der Nadel, welche zuvor von ihm abgewendet war, ihm nun zugekehrt ist; man liest die Winkel ab, welche die Nadel in diesen beiden Lagen mit der lothrechten Linie macht, und „das Mittel aus den *Tangenten* dieser Winkel ist die *Cotangente der Neigung*.“

Bedient man sich dagegen einer Nadel, welche nicht auf diese Art justirt worden ist, oder auf deren

Genauigkeit man sich nicht verlassen kann, so werden vier Beobachtungen erfordert; zwei in den eben beschriebenen Lagen, und die beiden andern in den ähnlichen entgegengesetzten, nachdem man zuvor mit Hülfe eines Magnets die Pole der Nadel umgekehrt hat. Bezeichnet man mit F, f die beiden ersten, mit G, g die beiden letzten beobachteten Winkel der Nadel mit dem Lothe, ferner die *Summen* der Tangenten jener beiden Winkel mit A , dieser beiden mit C , und die *Differenz* der Tangenten jener beiden Winkel mit B , dieser mit D , so ist

$$\frac{A \cdot D}{B + D} + \frac{B \cdot C}{B + D} = 2 \cdot \text{Cotang Inclinat.}$$

Den Beweis dieser Formel hat Prof. Mayer in der angeführten Abhandlung gegeben; ihre Herleitung ist nicht schwierig *).

Es wird nicht erfordert, daß nach dem Umkehren der Pole der Nadel, die Stärke ihrer magnetischen Kraft dieselbe als vor dem Umkehren sey. Beobachtet man bei diesem entgegengesetzten Magnetisiren die Vorsicht, die Nadel in eine Vertiefung zu legen, damit sie sich nicht seitwärts bewegen könne, und die Seiten des Magnets mit parallelen Streifen Holz so zu bekleiden, daß er beim Streichen der Nadel in einerlei Richtung bleiben muß, so kann man sicher seyn, daß die Pole beim Umkehren immer wieder genau an den Enden der Längenaxe der Nadel zu liegen kommen.

Ich habe mich bei meinen Versuchen 8 kleiner Messingkugeln von verschiedener Gröfse bedient, und

*) Siehe Annal. Jahrg. 1814 St. II S. 155 f. G.

bezeichne sie von der größten (1) herabwärts mit den auf einander folgenden Ziffern bis 8. Sie haben mich in den Stand gesetzt, die durch die Excentricität entstehende Kraft beliebig gegen die durch den Erd-Magnetismus entstehende Kraft abzuändern, welche letztere verdoppelt wird von dem Aequator bis zu den Polen; es mag besser seyn wenn letztere vorherrscht, doch geht das aus meinen Versuchen nicht als nöthig hervor. Ist der Abstand des Mittelpunkts der Bewegung von dem der Schwere beträchtlich, so liegen die Winkel bei den alternirenden Beobachtungen zu entgegengesetzten Seiten der lothrechten Linie, besonders an Orten, wo die Neigung groß ist; in diesem Fall muß man die an der Südseite der lothrechten Linie liegenden Winkel als negative ablesen.

Das Instrument, in welchem mit der Nadel beobachtet wurde, habe ich bereits in den Schriften der königl. Gesellschaft der Wissenschaften auf das Jahr 1819 S. 132 beschrieben, und einige Verbesserungen, welche seitdem daran gemacht worden sind, in dem Anhange zu Kapitän Parry's Entdeckungsreise S. 139 angegeben *). Daß in dem meinigen die Agat-Ebenen vollkommen horizontal, und die Nullpunkte des eingetheilten Kreises gehörig justirt waren, davon habe ich mich in jeder Veränderung der Lage des Instrumentes durch den dort S. 140 beschriebenen Apparat mit dem Doppel-Kegel überzeugt, der sich mir von sehr gutem Gebrauch und die Genauigkeit sehr fördernd zeigte,

*) Ich hoffe die Beschreibung und Abbildung dieses Inclinatoriums, und seiner Verbesserungen, bei einer andern Gelegenheit meinen Lesern vorlegen zu können. G.

Der Kreis ist bis auf 20 Minuten eingetheilt; mittelst einer verschiebbaren Loupe lassen sich die Winkel, unter welchen sich die Nadel in Ruhe setzt, bis auf einzelne Minuten mit erträglicher Genauigkeit ablesen. In jeder der vier Lagen der Nadel, welche zur Bestimmung der Neigung zu beobachten waren, wurde das Mittel aus mehreren (gewöhnlich aus 6) Beobachtungen genommen; bei der einen Hälfte derselben war der Limbus des Kreises nach Osten, bei der andern Hälfte nach Westen zu gekehrt, und zwischen je zwei Beobachtungen wurde die Nadel mittelst der Y-förmigen Träger abgehoben und dann wieder langsam auf die Agatplatten niedergelassen. Auch wurden die Winkel an beiden Enden der Nadel abgelesen, um Fehler in der Theilung oder in der Excentricität der Axe der Nadel in Beziehung auf den eingetheilten Kreis zu verbessern.

3.

Die folgenden 10 Versuche mit dieser, nach Hrn Mayer's Vorschrift verfertigten Neigungsnadel, habe ich in dem Küchengarten (*nursery garden*) in Regent's Park, mit Erlaubniß des Besitzers, Hrn Jenkins, angestellt; die Lage ist in jeder Hinsicht günstig, und man ist da von allem Eisen weit entfernt *). Ich

*) Nördlich bei London (heißt es in Hrn Gen. Dir. Bornemann's Einblicke in England und London im J. 1818, S. 87) wird jetzt noch ein vierter, der Prinz Regent Park, angelegt, von sehr beträchtlichem Umfang, größtentheils mit Wasserleitungen umgeben und durchflossen; hier scheint man ganz zu beabsichtigen, einen ungeheuren Englischen Garten bilden zu wollen, und so wird London in künftigen Zeiten wirklich einen Lustpark besitzen, der seinem Zweck entspricht.“ *Gilb.*

gebe nur die beiden ersten dieser Versuche ganz im Einzelnen, damit man daraus das Verfahren beim Beobachten deutlich ersehe; und dann eine kurze Uebersicht von allen zehn Versuchen.

Versuch 1, am 3 August 1821; mit der Kugel 1 bis zur halben Länge der Schraube aufgeschraubt; alle Winkel lagen nördlich von der lothrechten Linie, und waren daher alle positiv.

Der Limbus gekehrt nach	Als nach dem Beobachter zu gewendet war			
	der Nadel Seite <i>O</i>		der Nadel Seite <i>U</i>	
	Nord-E. ; Süd-Ende		Nord-E. ; Süd-Ende	
Osten	31° 00'	30° 52'	9° 18'	9° 18'
	00	52	17	15
	00	52	20	19
	02	55	24	22
	00	52	24	23
	02	56	19	18
Westen	31 25	31 20	9 25	9 30
	20	13	21	30
	20	13	22	22
	22	15	21	22
	24	17	25	30
	26	20	25	30
31 11,7		31 4,8	9 22,1	9 22,4
31° 8,2' = <i>F</i>			9° 22,3' = <i>f</i>	

Mit umgekehrten Polen

Westen	30° 15'	30° 05'	5° 20'	5° 23'
	12	00	17	20
	10	00	20	23
	10	00	22	26
	10	00	22	27
	16	04	18	22
Osten	29 20	29 10	7 15	7 10
	21	11	12	12
	21	12	13	15
	19	08	13	14
	24	17	14	14
	19	08	14	14
29 46,4		29 36,3	6 16,6	6 18,3
29° 41,3' = <i>G</i>			6° 17,4' = <i>g</i>	

Als $\lg F (31^{\circ} 08.2') = 0,60411$; und $\lg G (29^{\circ} 41.3') = 0,57012$

$\lg f (22.3) = 0,16504$; $\lg g (6 17.4) = 0,11022$

$\lg F + \lg f = A = 0,76915$; $\lg G + \lg g = C = 0,68034$

$\lg F - \lg f = B = 0,43907$; $\lg G - \lg g = D = 0,4599$

$B + D = 0,89897$; $\frac{AD}{B+D} = 0,39348$; $\frac{BC}{B+D} = 0,33229$;

und $2 \cotg Incl. = 0,39348 + 0,3329 = 0,72577$,

$\cotg Incl. = 0,36288$; und die Neigung $= 70^{\circ} 3,3'$ nördl.

Versuch 2, den 6 August 1821, mit der Kugel 1 dicht angefahren an die Nadel; die Winkel mit der umgehängten Nadel lagen in diesem Versuch an der Südseite der lothrechten Linie, und wurden daher negativ angefelt:

Der Limbus gekehrt nach	Als nach dem Beobachter zu gewendet war			
	der Nadel Seite O Nord-E. ; Süd-Ende		der Nadel Seite U Nord-E. ; Süd-Ende	
Osten	49° 20'	49° 00'	-22° 14'	-22° 6'
	20	00	14	6
	22	02	17	12
Westen	22	04	40	20
	22	03	40	20
	22	04	38	18
49 21,3		49 2,1	-22 27,1	-22 17
49° 11,7' = F			-22° 22' = f	

Mit umgekehrten Polen

Westen	47° 15'	47° 00'	-20° 20'	-20° 10'
	20	00	20	8
	14	46 56	20	4
Osten	00	40	10	00
	00	40	10	19 58
	00	40	10	58
47 8,1		46 49,3	-20 15	-20 3
46° 58,7' = G			-20° 9' = g	

Also $\operatorname{tg} F (49^\circ 11,7') = 1,15831$; und $\operatorname{tg} G (46^\circ 58,7') = 1,07156$
 $\operatorname{tg} f (-22^\circ 22') = -0,41149$; $\operatorname{tg} g (-20^\circ 9') = -0,36694$
 $\operatorname{tg} F + \operatorname{tg} f = A = 0,74682$; $\operatorname{tg} G + \operatorname{tg} g = C = 0,70462$
 $\operatorname{tg} F - \operatorname{tg} f = B = 1,5698$; $\operatorname{tg} G - \operatorname{tg} g = D = 1,4385$

Uebersicht der Resultate von allen 10 Versuchen mit

Versuch	Als aufgeschraubt war die Kugel *)	und das mar- kirte Ende der Nadel war ein
1. Aug. 3	8 (a) auf die halbe Schraube	{ N-Pol S-Pol
2. Aug. 6	1 (b) dicht an die Nadel	{ N-Pol S-Pol
3. Aug. 6	8 (a) wie in Ver- such 1	{ N-Pol S-Pol
4. Aug. 11	3 (b) dicht an die Nadel	{ N-Pol S-Pol
5. Aug. 13	7 dicht an die Nadel	{ N-Pol S-Pol
6. Aug. 13	6 dicht an die Nadel	{ N-Pol S-Pol
7. Aug. 15	5 dicht an die Nadel	{ N-Pol S-Pol
8. Aug. 15	(c) ohne Kugel; Gew. d. Schraube dicht an	{ N-Pol S-Pol
9. Aug. 20	1 (b) dicht an die Nadel	{ N-Pol S-Pol
10. Aug. 20	7 (b) dicht an die Nadel	{ N-Pol S-Pol

*) Die Schraube, auf welche die durchbohrten Kugeln aufgeschraubt wurden, war anfangs $\frac{1}{2}$ Zoll lang, wurde aber nach dem 3ten Versuche um die Hälfte verkürzt; und da sich fand, daß sie auch dann noch länger als nöthig war,

$$B + D = 3,0083 ; \quad \frac{AD}{B+D} = 0,35711 ; \quad \frac{BC}{B+D} = 0,36769 ;$$

$$\text{und } 2. \cotg \text{ Incl.} = 0,35711 + 0,36769 = 0,72480$$

$$\cotg \text{ Incl.} = 0,3624 ; \text{ und die Neigung} = 70^{\circ} 4,7' \text{ nördl.}$$

der von Dollond verfertigten Mayer'schen Nadel.

gaben die Beob. im Mittel die Winkel		woraus folgt die Neigung
$F = 31^{\circ} 8,2'$ $G = 29 41,3$	und $f = + 9^{\circ} 22,3'$ $g = + 6 17,4$	} $70^{\circ} 3,3' \text{ N}$
$F = 49 11,7$ $G = 46 58,7$	$f = - 22 22$ $g = - 20 9$	
$F = 30 56,8$ $G = 28 47,7$	$f = + 10 8$ $g = + 7 46,6$	} $70 1,4$
$F = 45 58$ $G = 41 50,7$	$f = - 14 49,1$ $g = - 11 28,7$	
$F = 27 74,3$ $G = 24 14,2$	$f = + 14 7,2$ $g = + 13 21,7$	} $70 5,9$
$F = 30 36,2$ $G = 27 12,6$	$f = + 10 17,2$ $g = + 9 15,3$	
$F = 32 0,2$ $G = 28 57,4$	$f = + 8 3,4$ $g = + 7 40,9$	} $70 5,2$
$F = 24 14$ $G = 22 17,5$	$f = + 17 34,1$ $g = + 15 34,8$	
$F = 48 24,7$ $G = 44 57,1$	$f = - 19 25$ $g = - 17 19$	} $70 0,3$
$F = 24 27,6$ $G = 22 4$	$f = + 17 38,5$ $g = + 15 22$	

Neigung in London im August 1821 = $70^{\circ} 2,91' \text{ N.}$

wurde sie nach dem 8ten Versuche nochmals kürzer gemacht,
bis ihre Länge nur noch dem Durchmesser der größern Ku-
gel gleich war. *Gilb.*

Um die Genauigkeit dieses Resultates, welches ich mit der nach Hrn Mayer's Vorschrift verfertigten Nadel erhalten habe, noch auf eine andre Weise zu bewähren *), habe ich eine, wenn ich nicht irre, von Hrn Laplace angegebene Methode befolgt, die Neigung wenigstens näherungsweise zu finden: nämlich durch Beobachtung der Zeiten, in welchen die Neigungs-Nadel eine gewisse Anzahl von Schwingungen erstens im magnetischen Meridiane, und zweitens in der auf diesen Meridian senkrechten Ebene macht. Die magnetischen Kräfte, welche in diesen beiden Ebenen die Nadel antreiben, stehen zu einander in dem Verhältnisse von $1 : \sin \text{Incl}$. Bezeichnet man daher die Zeiten, in welchen dieselbe Nadel eine gleiche Anzahl von Schwingungen im magnetischen Meridiane und in der Ebene, die auf ihn senkrecht ist, macht, erstere mit M , letztere mit P , so ist

$$\sin \text{Incl} = \frac{M^2}{P^2} \quad **).$$

*) In Hrn Prof. Schmidt's in Gießen „Bemerkungen über die vom Hofr. Mayer in Göttingen vorgeschlagene Methode, den magnetischen Neigungs-Compass zu gebrauchen“, diese Annal. J. 1819 St. 9, od. B. 63 S. 1, würde Hr. Sabine Anweisungen gefunden haben, dasselbe noch auf andere Arten zu bewerkstelligen; dieser Aufsatz scheint ihm aber nicht bekannt geworden zu seyn. *Gilb.*

**) Denn die Quadrate der Schwingungszeiten sind den Kräften, welche zwei Pendel von gleicher Länge beschleunigen, verkehrt proportional: also $P^2 : M^2 = 1 : \sin \text{Incl}$. *Gilb.*

In den folgenden Versuchen wurden die Nadeln jedesmal unter einem Winkel von 40° mit dem Meridian^{*)}, durch einen zu diesem Zwecke an dem Instrumente angebrachten Apparat zurückgehalten; von dort aus liefs ich sie schwingen, fing aber die Schwingungen erst an zu zählen, wenn der Schwingungs-Bogen bis auf 30° abgenommen hatte.

Erste Reihe von Versuchen, den 3 September, mit einer Neigungsnadel, deren Schwerpunkt nahe mit der Axe der Bewegung zusammenfallend gemacht war, mittelst eines seidenen Schiebers, der nach dem zu leichten Ende zu so lange vorgeschoben wurde, bis die Nadel im magnetischen Meridian nahe 70° Neigung zeigte, und dann bei Veränderung des Azimuths um 90° , lothrecht stand.

Anzahl der Schwin- gungen	Versuch 1			Versuch 2			Versuch 3		
	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff

Im magnetischen Meridian

0	30° ;	0' 00''		30° ;	0' 00''		30° ;	0' 00''	
			55,5''			55''			55,5
10	24	55,5		23	55		24	55,5	
			55			55			55
20	20	1 50,5		20	1 50		21	1 50,5	
			55			55			55
30	17	2 45,5		16	2 45		17	2 45,5	
			54,5			54,5			55
40	14	3 40		13	3 39,5		14	3 40,5	
			54			54,5			54,5
50	10	4 34		10	4 34		10	4 35	
50	in	274''			274''			275''	

Also $M = 274,33''$.

^{*)} with the meridian: wie im Original steht, soll nichts anderes heissen, als mit der horizontalen Linie, welche die Mittagslinie ist, wenn die Nadel sich im Meridian (dem Mittagskreise) befindet. In einer um 40° von der magnetischen Mittagsebene abweichenden lothrechten Ebene zeigt zwar die Nadel eine grössere Neigung als in der Mittagsebene, doch aber nicht um so viel grösser, dafs sie beim Zurückführen ihrer Ebene in den Meridian in Schwingungen von mehr als 30° Grösse kommen könnte.

Gilb.

Anzahl der Schwin- gungen	Versuch 1			Versuch 2		
	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff

In der auf den magnetischen Meridian senkrechten Ebene

0	30° ; 0' 00''			28° ; 0' 00''		
10	25	57	57	22	57	57
20	20	1 54	57	18	1 54	57
30	16	2 50,5	56,5	16	2 50,5	56,5
40	14	3 47	56,5	14	3 47	56,5
50	11	4 43	56	10	4 43	56
		<u>283''</u>			<u>283''</u>	$P = 283''$

$$\text{Also } \frac{M^2}{P^2} = \frac{274.33^2}{283^2} = 0,93966 = \sin. \text{ Incl.}$$

und die Neigung = 69° 59,7' nördl.

Zweite Reihe von Versuchen, am 7 September, mit einer Neigungsnadel (N. 2) justirt durch ein an der Axe befestigtes Kreuz von Drähten :

Anzahl der Schwin- gungen	Versuch 1			Versuch 2			Versuch 3		
	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff

Im magnetischen Meridian

0	30° ; 0' 00''			30° ; 0' 00''			30° ; 0' 00''		
10	22	50	50''	21	50	50''	25	50	50''
20	17	1 39,5	49,5	16	1 39	49	18	1 39	49
30	13	2 28	48,5	12	2 27,5	48,5	12	2 28	49
40	10	3 17	49	9	3 17	49,5	10	3 17	49
50	6	4 6	49	6	4 6	49	7	4 6	49
60	4	4 46	50	4	4 56,5	50,5	5	4 56	50
70	2	5 40	50	2	5 46,5	50	3	5 46	50
70	in	<u>346''</u>			<u>346,5''</u>			<u>346''</u>	

$$\text{Also } M = 346,17''$$

Anzahl der Schwin- gungen	Versuch 1			Versuch 2			Versuch 3		
	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff

In der auf dem magnet. Meridian senkrechten Ebene

0	30° ; 0' 00''			30° ; 0' 00''			30° ; 0' 00''		
		51			50,5				
10	22	51	50,5	23	50,5	51,5	23	52	
20	15	1 41,5	52	18	1 42	51	17	1 43	
30	10	2 33,5	51	12	2 33	51	12	2 34	
40	8	3 24,5	51	8	3 24	51	9	3 25	
50	6	4 15,5	51	6	4 15	51	6	4 17	
60	4	5 6,5	50,5	4	5 6	51	3	5 7	
70	2	5 17		2	5 57		2	5 57	
70	in	357''			357''			357''	
								$P = 357''$	

$$\text{Also } \frac{M^2}{P^2} = \frac{346,17^2}{357^2} = 0,94025 = \sin. \text{ Inclin.}$$

und die Neigung = 70° 5,8' nördl.

Dritte Reihe von Versuchen, am 7 September, mit einer von Dollond verfertigten Neigungsnadel (N. 3). Sie hat an ihren Grundflächen mittelst eines kleinen Würfels vereinigte Aarme; der Würfel ist zum Aufnehmen der Axe durchbohrt, und diese hat ähnliche cylindrische Enden als Mayer's Nadel, welche mit großer Sorgfalt sehr dünn abgedreht sind.

Der erste Schwingungsbogen betrug 27°, 28° oder 30°; der 50ste noch 12° bis 8°, und der 70ste noch 8° bis 4°. Ich lasse die Größen der Schwingungsbogen wegen Mangels an Platz aus der folgenden Tafel weg, da diese Notiz völlig hinreicht. Folgendes waren in den 4 Doppel-Versuchen die Zeiten von 10 zu 10 Schwingungen und deren Differenzen:

Anzahl der Schwin- gungen	Verfuch 1	Verfuch 2	Verfuch 3	Verfuch 4
	Zeit Diff.	Zeit Diff.	Zeit Diff.	Zeit Diff.

Im magnetischen Meridian

0	0' 00''	0' 00''	0' 00''	0' 00''
10	37	38	37,5	37
20	1 15	1 15	1 14,5	1 14
30	1 52	1 52	1 52	1 51
40	2 29	2 29,5	2 29,5	2 29
50	3 6	3 7	3 6,5	3 6
60	3 43	3 44	3 43,5	3 43
70	4 20	4 20,5	4 20,5	4 20
70	in 260''	260,5	260,5''	260''

 $M = 260,25''$

In der auf dem magn. Meridian senkrechten Ebene

0	0' 00''	0' 00''	0' 00''	0' 00''
10	39,5	39	38,5	39
20	1 18	1 18	1 17,5	1 18
30	1 57	1 56	1 56	1 56
40	2 35	2 35	2 34,5	2 34
50	3 12	3 13	3 12,5	3 12
60	3 50	3 50	3 50,5	3 50
70	4 28,5	4 28	4 28,5	4 28,5
70	268,5''	268''	268,5''	268,5''

 $P = 268,38''$

Also $\frac{M^2}{P^2} = \frac{260,25^2}{268,38^2} = 0,94033 = \sin. \text{Inclin.}$

und die *Neigung* = $70^\circ 6,5'$ nördl.

Die Resultate aus diesen Schwingungs-Verfuchen geben uns die *Neigung* zu London

die erste Reihe zu $69^{\circ} 59,7'$ nördl.

die zweite Reihe zu $70^{\circ} 5,8'$,

die dritte Reihe zu $70^{\circ} 6,5'$,

alle 3 Reihen also im Mittel zu $70^{\circ} 4'$ nördlich.

Dieses stimmt weit genauer mit dem Ergebnisse der directen Beobachtungen mit der Mayer'schen Nadel überein, als ich erwartet hatte, und es verdient daher dieses Verfahren in *kleineren magnetischen Breiten* recht sehr empfohlen zu werden. In Breiten von 70° und mehr, ist es jedoch weit weniger zuverlässig, da dort, ein kleiner Irrthum in irgend einer der beobachteten Zeiten bedeutende Verschiedenheiten in dem Resultate hervorbringen kann, und man daher, ohne sehr große Sorgfalt und häufiges Wiederholen, sehr würde irren können, wenn nicht die Nadel ihre Schwingungen in schicklichen Bogen eine weit größere Anzahl von Secunden lang fortsetzt, als in den vorhergehenden Versuchen.

5.

Es ist mir nicht bekannt, daß schon von irgend einem Andern die folgende Methode angegeben worden sey, wie sich die Neigung mittelst eines ähnlichen Principis in *hohen Breiten* eben so genau finden läßt, und mit eben den Vortheilen, welche die vorhergehende für Breiten vom magnetischen Aequator bis 45° gewährt. Man beobachte mit einer Neigungsnadel erst die Zeit (*N*), in welcher sie eine gewisse Anzahl von Schwingungen in der magnetischen *Mittags-ebene* macht. Alsdann nehme man die Nadel aus dem Inclinatorium, befestige an dem einen Ende ihrer Axe einen einfachen Faden Seide, und hänge sie mittelst

dieses so auf, daß die Nadel horizontal schwebend sich bloß in *horizontaler Ebene* bewegen kann *), und beobachte nun zweitens die Zeit (H), in welcher sie dieselbe Anzahl von Schwingungen als zuvor macht. Die Quadrate der ersten Schwingungs-Zeit verhalten sich zu den Quadraten dieser letztern Schwingungs-Zeit wie $1 : \cos \text{Incl.}$ **). Während folglich bei der vorigen Methode der Einfluß von Beobachtungsfehlern mit der Größe der Neigung wächst, so wie die Differenzen der Sinusse fortschreitend abnehmen, nimmt im Gegentheil bei dieser Methode der Einfluß der Beobachtungsfehler in eben dem Verhältnisse ab. Die Neigung läßt sich daher da, wo sie 65° und mehr beträgt, auf diese Weise mit großer Genauigkeit mit Instrumenten, die im Ganzen gut gemacht sind, bestimmen, ohne daß es erfordert wird, daß die Enden der Axe sehr dünn sind. Der Seidenfaden muß einige Zoll lang und ganz ungedreht seyn, und die horizontalen Schwingungen müssen unter einem Glasdeckel oder unter einem hölzernen Deckel mit eingesetztem Glase vor sich gehn.

Den folgenden Versuch habe ich mit Dollond's Nadel (N. 3) angestellt. Der Seidenfaden war 15 Zoll

*) *suspended horizontally by a silk thread attached to either end of the axis, the needle being limited thereby to a horizontal motion.*

**) Denn die Kraft, welche die horizontal-schwebende Magnetnadel antreibt, verhält sich zur ganzen magnetischen Kraft an dem Orte, wie $\cos \text{Incl.} : 1$, und beide sind den Quadraten der Schwingungszeiten verkehrt proportional, verhalten sich also wie $M^2 : H^2$, und also ist $\cos \text{Incl.} = \frac{M^2}{H^2} \quad G.$

lang und in einer Rinne (*groove*) nicht weit von dem Ende der Axe befestigt. Die Schwingungen geschahen in Bogen kleiner als 25° .

Zahl der Schwingung	Zeit	Zahl der Schwingung	Zeit	giebt für 70 Schwingungen
0	0' 00''	70ste	7' 25,75''	7' 25,75'' Zeit
2te	13	72ste	38,5	25,5
4te	25,75	74ste	51,25	25,5
6te	38,5	76ste	8 4	25,5
8te	51,25	78ste	16,75	25,5
10te	1 4	80ste	29,25	7 25,25
im Mittel				7' 25,5'' = 445,5'' = <i>H</i> .

Also ist, da zuvor $M = 260,25''$ gefunden worden,

$$\frac{M^2}{H^2} = \frac{260,25^2}{445,5^2} = 0,341265 = \cos \text{Inclin.}$$

und die Neigung = $70^\circ 2,6'$ nördl.

6.

Diese drei verschiedenen Methoden die magnetische Neigung zu bestimmen, haben uns also folgende Resultate gegeben:

Aus 10 directen Versuchen mit Mayer's Nadel $70^\circ 2,9'$

Aus den Zeiten, in welchen gleiche Mengen von Schwingungen im magnetischen Meridian und in der auf ihn senkrechten Ebene vollendet wurden, im Mittel aus Versuchen mit 3 verschiedenen Nadeln . $70^\circ 4'$

Aus den Zeiten, in welchen gleiche Schwingungs-Mengen von derselben Nadel im magnet. Meridian und in horizontaler Ebene vollendet wurden $70^\circ 2,6'$

Man hat daher das Mittel aus allen dreien, $70^\circ 3'$

für die *wahre nördliche Neigung der Magnetnadel* zu nehmen, in London im Regent's Park, in den Monaten August und September 1821, innerhalb 4 Stunden um Mittag, der Zeit in der alle Beobachtungen gemacht worden sind.

7.

Was die *frühern Bestimmungen* der Neigung in London betrifft, so scheinen die Resultate der von Nairne im J. 1772, von Cavendish im J. 1776, und von Gilpin im J. 1805 gemachten Neigungs-Beobachtungen anerkannt, und der Beachtung vorzüglich werth zu seyn. Es läßt sich annehmen, daß bei ihnen die wegen Unvollkommenheit der Instrumente nicht zu vermeidenden Fehler, in nicht allzu weite Gränzen eingeschlossen worden sind, vermöge der Methode der Beobachtung, welche diese Männer gewählt, und der Maßregeln der Vorsicht, die sie genommen haben werden. Da sie jedoch ihre Beobachtungen in Gebäuden in eng bebauten Theilen der Hauptstadt angestellt haben, so müssen örtliche Anziehungen auf das Ergebniß mit eingewirkt haben, und daraus können leicht größere Irrthümer als aus der Beschaffenheit der Instrumente hervorgegangen seyn. Auch läßt sich nicht als eine hinreichende Abhülfe des Einflusses dieser Störungen das Anbringen einer durch Beobachtung der Neigung im Freien aufgefundenen Correction betrachten; denn auch da wird die Nadel immer noch von Eisen in den benachbarten Häusern oder sonst in der Nachbarschaft angezogen. Man braucht nur einige Versuche mit Neigungs-Nadeln an verschiedenen Stellen einer Stadt anzustellen, um sich

zu überzeugen, wie wenig man sich auf die Genauigkeit solcher Resultate verlassen kann. Ohne Zweifel ist es wohl dieser Ursach mehr noch als den Fehlern im Instrumente zuzuschreiben, daß die in den Zimmern der königl. Gesellschaft der Wissenschaften beobachtete Neigung in ihren Schriften auf das jetzige Jahr (1821) angegeben wird $71^{\circ} 6'$ oder $71^{\circ} 42'$ *).

Da die Beobachtungen Nairne's im J. 1772 und Lord Cavendish's im J. 1776 nicht weit von einander abweichen, weder in der Zeit noch in der Gröfse der Neigung, so läßt sich das Mittel aus ihnen, $72^{\circ} 25'$ für das J. 1774, als die beste Annäherung ansehen, welche sich zur Kenntniß der Gröfse der Neigung zu London in früherer Zeit, jetzt machen läßt.

Vergleichen wir diese Neigung mit der, welche ich für das gegenwärtige Jahr gefunden habe ($70^{\circ} 3'$), so ergiebt sich $3',02$ als die *mittlere jährliche Abnahme der Neigung* von 1774 bis 1821. Dieses ist um $\frac{2}{3}$ kleiner als die mittlere jährliche Abnahme derselben in Paris von 1798 bis 1814, wie sie sich aus den Beobachtungen der HH. von Humboldt, Gay-Lussac und Arago ergiebt; und könnte man sich daher auf die Genauigkeit dieser Beobachtungen völlig verlassen, so würde daraus folgen, daß die jährliche Veränderung der Neigung in diesem Theile der Erde jetzt größer ist, als sie vor 30 oder 40 Jahren war.

Ich muß jedoch hierbei bemerken, wenn auch vielleicht nur als ein sonderbares Zusammentreffen,

*) Vergl. „Darstellung der Beobachtungen über die Abweichung und die Neigung der Magnetnadel, welche von 1786 bis 1806 in den Zimmern der kön. Soc. zu London angestellt sind von Ge. Gilpin“, in dies. Annal. J. 1808 B. 29 S. 384. *Gilb.*

dafs wenn wir Whiston's Bestimmung der Neigung in London im J. 1720 zu $75^{\circ} 10'$ annehmen *), wir für die Jahre von 1720 bis 1774 eine mittlere jährliche Verminderung der Neigung von $3,05'$ erhalten, welche nur $0,03'$ von der abweicht, die wir hier für die folgenden 47 Jahre gefunden haben.

8.

Es wird nicht überflüssig seyn, noch in der Kürze zu untersuchen, in wie fern die durch unmittelbare Beobachtung gefundene Gröfse der Veränderung der Neigung, durch die Wirkung Bestätigung erhalten kann, welche eine Verminderung der Neigung auf die Schwingungen einer horizontal schwebenden Nadel haben muß. Wenn man mit Dr. Young annimmt, dafs die Stärke der magnetischen Kraft verkehrt proportional ist der Gröfse $\sqrt{(4 - 3 \cdot \sin^2 \text{Inclin.})}$, welches sich auffallend bestätigt hat unter Neigungen von 70° bis 90° , durch Versuche, welche auf der letzten arktischen Expedition angestellt worden sind; so wird die Stärke der auf die horizontale Nadel wirkenden magnetischen Kraft, welche in dem Verhältnisse von $1 : \cos \text{Inclin.}$ kleiner als jene ist, der Gröfse $\sqrt{\left(\frac{1}{1 - \sin^2 \text{Incl.}} + 3\right)}$ proportional **). Für jede $1'$,

*) Lord Cavendish sagt von ihr in den *Philos. Transact. for 1776 Art. 21*, er halte sie für ziemlich genau (*to have been pretty accurate*), da Whiston in mehreren Theilen Englands beobachtet habe, und seine Beobachtungen mit einander gut übereinstimmen. *Sab.*

**) Denn $\sqrt{\left(\frac{4 - 3 \sin^2 \text{Incl.}}{\cos^2 \text{Incl.}}\right)}$ ist $= \sqrt{\left(\frac{1}{1 - \sin^2 \text{Incl.}} + 3\right)}$ G.

welche die Neigung in London abnimmt, wird folglich die Zeitdauer irgend einer Anzahl horizontaler Schwingungen um ungefähr $\frac{1}{1000}$ des Ganzen größer.

Wenn die Nadel N. 3 der vorhergehenden Versuche auf die beschriebene Weise aufruht, und von einem 40° von der Mittagslinie ab liegenden Theilstriche ab los gelassen wird (*released*), so bleibt sie über 40 Minuten lang in Schwingung, und macht mehr als 400 Schwingungen bevor die Bogen so klein werden, daß sich das Ende jeder einzelnen Schwingung nicht mehr deutlich erkennen läßt. Beobachtet man die Zeiten des Anfangs und des Beendigens der auf einander folgenden Schwingungen auf die in dem Beispiel Seite 23 nachgewiesene Weise, so läßt sich daher die Dauer jeder Anzahl von Schwingungen schnell und genau bis auf Theile einer Secunde bestimmen. Nimmt man daher 400 als die beobachtete Anzahl, und $42'$ oder $2520''$ als die Zeitdauer derselben, so würde die jährliche Verminderung der Neigung um $3'$ eine Vermehrung in dieser Schwingungszeit von 2,2 Secunden hervorbringen. Sie ist also bedeutend genug, um zu dem Versuche aufzumuntern, besonders wenn man ein Mittel aus vielen Beobachtungen in jedem Jahre nimmt; in welchem Fall es rathsam seyn dürfte Beobachtungen, die in aufeinander folgenden Jahren in derselben Jahrszeit, und vielleicht auch in derselben Tagesstunde gemacht worden, mit einander zu vergleichen. Doch haben die Versuche der Hrn v. Humboldt und Gay-Lussac gezeigt, daß wenn auch eine stündliche Variation der Stärke der magnetischen Kraft Statt finden sollte, sie doch nicht hinreicht eine wahr-

nehmbare Wirkung in einer bis auf 1254 Secunden steigenden Schwingungszeit, die an verschiedenen Stunden des Tages und in der Nacht wiederholt würde, hervorzubringen.

9. *S c h l u s s.*

Es scheint aus dieser Untersuchung hervorzugehn, daß sich die magnetische Neigung unmittelbar mit Mayer's Nadel innerhalb einer viel kleineren Fehler-Gränze als mit Nadeln von den bisher üblichen Einrichtungen bestimmen läßt, indem die Resultate bloß solchen Fehlern ausgesetzt sind, welche sich durch Wiederholung reduciren lassen. Denn in den zehn Versuchen, welche ich der Gesellschaft vorgelegt habe, beträgt die größte Abweichung eines derselben von dem Mittel nicht über 3 Minuten. Man ist daher berechtigt anzunehmen, daß die directen Beobachtungen einer hinlänglich großen Genauigkeit fähig sind, um uns zu rechtfertigen, wenn wir sie in kurzen Zwischenzeiten in der Absicht wiederholen, um über die GröÙe der magnetischen Neigung und über die Gleichförmigkeit der Veränderungen, denen sie an demselben Orte unterworfen ist, eine genaue Kenntniß zu erlangen.

Z u s a t z.

Notiz von Kapit. Sabine's Expedition nach Spitzbergen, und von den neuesten Entdeckungs-Reisen in das Nord-Polar-Meer, der Kapp. Parry, Kotzebue, Titow u. Scoresby.

(Nach öffentlichen Nachrichten.)

1. Kapitain Sabine hat an der neuesten Entdeckungs-Reise des Kapit. Parry nicht Antheil genommen; dagegen wurde ihm ein anderer ehrenvoller Auftrag der brittischen Regierung zu Theil, von welchem er noch nicht zurückgekehrt ist, und über den Folgendes in öffentlichen Blättern bekannt gemacht wurde.

„Die kön. Kriegsfloop *Griper*, welche zu Deptford ausgerüstet wurde, um mit Kapitän Sabine nach Grönland und Spitzbergen zur genauern Bestimmung der Länge des Secunden-Pendels in diesen hohen Breiten abzugehn, verließ im Monat Mai 1823 die Nore (Landspitze an der Themse-Mündung). Nach einer beschwerlichen und langweiligen Fahrt lief sie am 2ten Juni in die Bai von *Hammersfors* im norwegischen Lappland in gutem Stande ein. Kapit. Sabine wollte 2 oder 3 Wochen an diesem ersten Beobachtungsorte bleiben, dann nach *Spitzbergen*, dem zweiten Beobachtungsorte gehn, und von da nach der *östlichen Küste Grönlands* segeln, so weit nördlich als das ewige Eis es verstatten würde, und nachdem man dort am Lande die beabsichtigten Beobachtungen gemacht haben würde, diese noch unerforschte Küste nach Süden untersuchen. Bei dem Rückwege von hier nach England sollte die Sloop in *Island* anlegen, und dann über *Drontheim* in Norwegen, dem vierten Beobachtungsorte, etwa im November nach England zurückkehren.

2. Am 9ten August 1823 hat der kaif. russische Schiffs-Kapit. Kotzebue zu Kronstadt eine neue Entdeckungs-Reise um Cap Horn in die Südsee angetreten, in einer ausdrücklich zu dieser Expedition gebauten Corvette von 24 Kanonen. Sie ist mit 13 Officiëren und 80 Matrosen besetzt, sämmtlich Freiwilligen aus der kaif. Marine, und hat überdem 2 Aerzte (unter ihnen Dr.

Eschscholz, den Begleiter von Krusenstern), 2 Naturforscher, 1 Astronomen (Preiss, Adjunct der Dorpater Sternwarte), 1 Mineralogen und 1 Physiker am Bord. Den 21sten August kam diese Corvette auf der Rhede von Kopenhagen an. Die Entdeckungs-Reise soll 3 Jahre dauern; Kapit. von Kotzebue wird (Instrumente zum Beobachten in England einnehmen, und) seine Instructionen in Kamtschatka finden, wohin er zunächst geht.

3. (London den 18 October 1823.) Ein unerwartetes freudiges Ereigniß läßt heute plötzlich die Politik vergessen. Kapitän Parry, den man fast schon für verloren hielt, ist in Whitby gelandet, und kam mit Extrapost diesen Morgen hier an, während seine beiden Schiffe (*Fury* und *Hekla*) mit welchen er vor dritthalb Jahren die dritte Entdeckungsreise nach dem Polarmeere antrat, den Weg nach der Themse längs der Küste nehmen. Wenn gleich sein Vorhaben nicht gelungen ist, so haben wir doch Ursach uns zu freuen, daß ein so erfahrender, kühner und kenntnißreicher Seefahrer wohlbehalten zurückgekehrt ist, und seine unerschrockenen Gefährten bis auf 5 Mann gesund und guten Muthes in ihr Vaterland zurück gebracht hat.

Im Sommer des Jahres 1821 hat Kapit. Parry im nördlichen Theile der Hudsons-Bai zuerst die *Repulse-Bai*, dann die von Sir Thomas Roe entdeckte und von ihm *Welcome* genannte Meerenge, und endlich den eisigen Meeresarm erforscht, der den Namen des Entdeckers desselben, *Middleton*, führt. Da sich weder nach Norden noch nach Westen eine Durchfahrt fand, so überwinterten die Schiffe hier an der Südseite einer Insel, welcher Kapit. Parry den Namen *Winter-Insel* gegeben hat, unter 66° 11' nördl. Breite und 83° westl. Länge von Greenwich. Während des Winter-Aufenthalts hatten die Seefahrer mit einem Stamme der eingebornen Eskimos in gutem Eluverständniß gelebt, und nach dem, was sie von ihnen erfuhren, hegte Kap. Parry Hoffnung, daß er von hier aus die ersehnte nordwestliche Durchfahrt auffinden werde. Er setzte daher eifrig im folgenden Sommer 1822 seine Untersuchungen im Norden fort und durchsuchte alle westlich gehende *Buchten*, gelangte aber doch nicht weiter als in einen Sund oder eine Meerenge, welcher nach Osten zu von der Küste des fe-

sten Landes Amerika's, und nach Westen von der nördlichen Inselgruppe begränzt wird, in welcher Kapit. Parry auf seiner vorliegenden Reise überwintert hat. Der Zweck, die Nordgränze des festen Landes von Amerika zu bestimmen, scheint also wenigstens erfüllt zu seyn.

Kapitän Parry drang nun noch 2° weiter westlich vor, in der Hoffnung die nordwestliche Durchfahrt zu bewerkstelligen; allein als er in den engsten Theil des Sundes gelangte, fand er ihn von Eis versperrt, welches alle Kennzeichen immerwährenden Eises hatte, das keiner Jahrszeit (oder ihr nur in außerordentlichen Fällen) weicht, und die Expedition mußte sich entschließen hier unter 69° 20' Breite und 81° 50' westl. Länge zu überwintern. Da während des Sommers 1823 das Eis so fest zusammenhängend blieb, daß auf keine Durchfahrt zu hoffen war, mußte er endlich der Unternehmung entsagen und nach England zurückkehren. Er hat nur 4 Mann durch Krankheit und einen durch Zufall verloren *).

4. (Aus der Hamb. Zeit. vom 9t. Nov. 1822.) Der bekannte Kapit. Scoresby, dem man bereits so viele gründliche Aufklärungen über Grönland, und den dortigen Wallfischfang verdankt, hat sich neue ausgezeichnete Verdienste nm Nautik und Geographie erworben. Am 19ten October kehrte er mit seinem Schiffe *Baffin* von Grönland nach Liverpool zurück. Die 9 Wallfische, welche der Preis seiner diesjährigen Fahrt waren, wurden vorzüglich an der *Ostküste* des *alten* oder *östlichen Grönlands* gefangen, welches man das *verlorne* nennt. Diese von Europäern so lange nicht gesehene Küste behielt er 3 Monate lang im Auge, und stellte auf ihr naturhistorische und geographische Beobachtungen an.

*) Schon im November hieß es in öffentlichen Nachrichten aus London, die Admiralität beabsichtige noch eine Entdeckungsreise nach dem Polarmeere, wiederum unter dem Befehl des Kapit. Parry, und zwar dieses Mal durch die Behringsstraße; ein besonderes Proviantschiff solle dieselbe bis Kamtschatka begleiten. Späterhin wurde der Plan auf Erforschung der Prinz-Regent-Einfahrt in der Barrow-Straße, durch die man in das offene Meer an der Nordamerikanischen Küste und zu den Mündungen des Kupferminen- und des Makenzie-Flusses zu gelangen hofft, bestimmt.

Er hat sie von 75° bis abwärts 69° Breite aufgenommen, und findet, daß sie, Krümmungen und Einbuchten mit gerechnet, etwa auf 800 engl. Meilen weit sich erstreckt, als eine nördlich laufende Fortsetzung derjenigen, auf der im 8ten Jahrhundert die alten Ansiedelungen von Island aus angelegt wurden. Er entdeckte hier mehrere sehr bedeutende Einfurten; einige derselben erstrecken sich wenigstens 60 engl. Meilen weit von der Küste landeinwärts, und selbst dort war das Ende noch nicht sichtbar. Die Zahl und Ausdehnung dieser Einfurten, die Richtung derselben, und die vielen Inseln, die längs der Küste hin liegen, ließen Hrn Scoresby vermuthen, daß das ganze Land bloß eine Inselgruppe sey, und daß einige Einfurten Meerengen seyen, die mit der Baffins-Bai in Verbindung stehen. Die allgemeine Gestalt ist der sehr unähnlich, welche sie auf den See-Karten hat; die Irrung beträgt auf den meisten Karten nicht weniger als 15 Grad. Kapit. Scoresby hat an verschiedenen Theilen der Küste und an den Buchten gelandet, und überall Spuren von Bewohnern entdeckt, und noch dazu augenscheinlich ganz frische Spuren. An einem Orte fand er ein bedeutendes Dorf, dessen Hütten verlassen waren, und zwischen denen sich viele Gräber befanden. Er hat von dort Probestücke des Hausgeräthes und der Fischerwerkzeuge der Bewohner mitgebracht. Obwohl das Wetter auf der See im Allgemeinen kalt war, stand das Thermometer auf den Hügeln bei dem Dorfe doch nur auf 38° bis 40° F.; es war heiß und schwül, und die Luft von Mücken durchschwärmt. Auch viele Pflanzen und Mineralien (hauptsächlich Gebirgsarten), auch einige zoologische Merkwürdigkeiten hat er mitgebracht. Thiere der höhern Ordnung sind dort selten, doch schoß er einen weißen Hasen, und fing ein mäuseähnliches Thier mit kurzem Schwanze.

4. (St. Petersburg im Nov. 1823.) Von dem im Juli zu geographischen Entdeckungen nach Island abgegangenen Kapitän Titow haben wir hier Nachrichten aus Plymouth erhalten, wo er auf seiner Rückreise eingelaufen ist. Mit ziemlichem Glücke hat er seine Aufträge vollzogen, konnte sich aber wegen des Treibeises weder nördlich von Island hinauf wagen, noch diese Insel umschiffen.

II.

Geognostische Beschreibung der Hervorragungen des Flötzgebirges bei Lüneburg und bei Segeberg;

mit einem Anhang über die Richtung der Norddeutschen Fluß-
thäler, und die Lüneburger Heide;

von

Dr. FRIEDR. HOFFMANN, Priv. Doc. in Halle *).

(Mit einer petrographischen Karte.)

Die Gypsfelsen von Lüneburg und von Segeberg treten so unerwartet aus dem aufgeschwemmten Lande der norddeutschen Ebene hervor, ihr Erscheinen ist dem Geologen, welcher die Verbindung der deutschen Gebirgsarten mit den nordischen zu erforschen trachtet, zugleich so willkommen und räthselhaft, daß es mir nicht überflüssig schien diese fast einzigen Orientierungspunkte in jener geognostischen Einöde, von neuem einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen. Dieser Gegenstand fesselte um so mehr meine Aufmerksamkeit, als eine mehrjährige Beobachtung in den Flötzgebirgen Nord-Deutschlands mich merkwürdige Verhältnisse des ältern Flöz-Gypses zu der Form

*) Daß dieser reichhaltige Aufsatz sich schon seit dem 28ten Juni 1823 in meiner Hand befindet, glaube ich dem Hrn Verf. schuldig zu seyn hier ausdrücklich zu bemerken. *Gilb.*

und Richtung der Gebirgszüge, so wie zu den Schichtungs-Erscheinungen der jüngeren Gebirgslagen hatte auffinden lassen *). Es tritt diese durch eine spätere Revolution in den früheren Verband der Flöz-Schichten wunderbarer Weise eingeschobene Gebirgsart, immer begleitet von Zeichen einer gewaltigen Hervorhebung und Zertrümmerung der umgebenden Massen an die Oberfläche; die Zerstörungen, welche sie veranlaßt hat, gehören selbst zu den nächsten Bildungs-Ursachen der ungeheuren Anhäufungen von Gebirgs-Trümmern, welche, in den Lagern der Braunkohlen und der Mammouth-Knochen mit ihren Begleitern, die Reste einer plötzlich vernichteten Thier- und Pflanzen-Welt einschließen. Wenn wir mitten in solchen unermesslichen Zerstörungen vereinzelte Gyps-Berge erblicken, sollte das nicht vielleicht allein schon hinreichen, bei ihnen analoge Verhältnisse der Entstehung zu vermuthen? Diese Betrachtung, verbunden mit der Belehrung, welche ich der Güte des Hrn Prof. Weifs, der den Berg von Lüneburg auf einer schnellen Durchreise gesehen, und den Bemerkungen des Hrn Hofr. Hausmann in seiner Reise nach Scandinavien verdanke, wird die Ueberzeugung rechtfertigen, welcher zu Folge ich schon früher der von Hrn

*) Einige Belege für diese Behauptung, so wie die nähere Betrachtung des ganzen Phänomens, habe ich in einer vor kurzem erschienenen Schrift: *Beiträge zur genaueren Kenntniß der geognostischen Verhältnisse Norddeutschlands Th. I S. 83f.* zu entwickeln versucht. Was ich darin vor etwa 2 Jahren schrieb, hat sich mir seitdem durch fortgesetzte Beobachtungen für den Landstrich von der Elbe bis über die Weser hinaus vielfach aufs Neue bestätigt. H.

Prof. Steffens aufgetheilten Ansicht über das Alter jener Gypsberge widersprechen zu müssen glaubte *). Was mir Bestimmtes über diesen Gegenstand aus eigener sorgfältiger Anschauung später zu ermitteln gelang, ist die folgende Darstellung zu entwickeln bestimmt.

1. Der *Gypsberg* (sogenannte Kalkberg) bei *Segeberg*.

Schon aus Hrn Prof. Steffen's Darstellung geht hervor, daß der Berg von Segeberg sich in der relativ höchsten Gegend von Holstein befindet, von welcher die Hauptflüsse des Landes nach entgegengesetzten Richtungen herabfließen. Seine Höhe über dem Spiegel der Ostsee beträgt nach Messungen durch Zenith-Distanzen, welche Hr. Prof. Schumacher angestellt hat, 263,64 par. Fuß. Ueber dem benachbarten sogenannten *großen See* erhebt er sich nach meinen Barometer-Messungen schnell zu 185,77'. Seine scharf und eckig begränzten Umrisse zeichnen ihn schon früher vor seinen Umgebungen aus, und wenn gleich die Zerstörungen, welche der seit Jahrhunderten in ihm betriebene Steinbruch veranlaßt, ihn fast der ganzen östlichen und südlichen Hälfte beraubt haben, so ergänzt sich doch leicht aus den Trümmern seine ursprüngliche Kegelgestalt. In der That gleicht auch die Form dieses Berges, welche C. Dankwerth's Abbildung aus der Mitte des 17ten Jahrhunderts bewahrt, auffallend der herrschenden Form der Basaltberge, und noch jetzt ruft seine Fern-Ansicht leichter den

*) Vergl. meine angef. Schrift S. 90. H.

Porphyr und seine verwandten Gebirgsarten als den Gyps des Flözgebirges in das Gedächtniß *).

Dieser *Gyps*, aus welchem die Masse des Berges besteht, gehört selten der *dichten* Abänderung; gewöhnlich ist er fein und verworren *körnig-blättrig*, weiß oder von perlgrauer und hellbläulich-grauer Farbe, hin und wieder mit einzelnen dunkleren Streifen und Flecken durchzogen. Großblättriger Gyps und *Frauenfels* treten nur selten in ihm auf; noch seltner und nur auf unbedeutende Trümmer beschränkt, zeigt sich der *Fasergyps*. Die dichten Gypsmassen erscheinen oft durch Beimengungen von dunkel gefärbtem vielleicht bituminösem *Thone* verunreinigt, und bilden dann gleichförmig fortsetzende Bogen von dünn-schiefriger Structur, grob-erdigem Bruch, und großer Zerbrechlichkeit. Sehr unregelmäßig durch das Ganze vertheilt tritt ein, feiner weißer *Quarzsand* im frisch krySTALLINISCHEN Gesteine auf; seine Anwesenheit verräth sich frisch durch ein rauhes Anföhlen; mehr noch erkennt man ihn im gebrannten Zustande bei technischer Benutzung durch den Mangel an Bindekraft.

Charakteristischer, und auch allgemeiner durch den Gyps verbreitet, findet sich ein ausgezeichnet schöner *Anhydrit*, krySTALLINISCH blättrig, von graulicher Farbe und stark durchscheinend, in Trümmern, die bis über 1" lang und bis 2''' breit, scharf abgefordert, die körnige Gypsmasse nach allen Richtungen durchziehen. Die-dreifachen Blätter-Durchgänge schneiden

*) Man sehe das Profil der westlichen Steinbruchs-Wand auf der petrographischen Karte Taf. I. H.

sich rechtwinklig; zwei von ihnen, lebhaft eläsglänzend, mit einer Neigung in den Perlmutterglanz, saheinen gleichwerth zu seyn; ein dritter ist matt, und einer Kante parallel schwach gestreift.

Steinsalz, der gewöhnliche Begleiter des Anhydrit, fehlt auch hier nicht ganz; eine Stelle von geringer Ausdehnung in dem Steinbruche, das *Salzloch* genannt, die beständig mit einem salzig schmeckenden Beschlag überzogen ist, scheint innig davon durchdrungen zu seyn. Auch hat man vor mehreren Jahren an einer andern Stelle des Steinbruchs einen schön durchsichtigen Steinsalz-Würfel gefunden, der bei dem Versuch ihn aus der umgebenden Gypsmaße herauszubrechen zertrümmert worden ist *). Bei tiefen Bohr-Verfuchen im Jahre 1807 sind ebenfalls einige salzhaltige Stellen angebohrt worden **), *Wässer* von merklichem *Salzgehalt* quellen erst in fast 2 Meilen Entfernung, und umgeben den Gypsberg gegen SW in einem weiten Halb-Zirkel, von *Oldesloe* über *Trautau* bis nach *Bramstedt* hin. Sollten sie einem Steinsalzlager, das unter dem Gyps liegen möchte, ihren Ursprung verdanken, so würde man die Spuren davon

*) Diese Nachricht erhielt ich durch die Güte des Hrn Senator Magnus in Segeberg, dessen thätiger Antheil an meinen dortigen Beobachtungen mich ihm dankbar verpflichtet hat. H.

**) Diese Bohrversuche, deren Zweck war Steinsalz aufzufuchen, wurden auf 2 Bohrlöchern betrieben, deren eines in der Tiefe des aufgeräumten Schloß-Brunnen's etwa 200' unter der Spitze des Berges angesetzt, und von dort noch 308½' tief niedergestoßen wurde; das andere ging aus dem Steinbruche selbst zu 319' nieder. Mit beiden ist der Gyps nicht durchfunken worden. H.

freilich vorzugsweise gegen Süden zu suchen haben. Vielleicht ist es indess hier allein die innige Durchdringung vieler Stellen dieses Gypses mit Steinsalz, welche den Salzquellen ihr Daseyn giebt. Die allmähliche Auflösung unzähliger fein zerstreuter Salztheilchen, und das beständige Ausgleichen des verschiedenen Ganges des Auflöfens an einzelnen Punkten durch das Zusammenfließen, scheint das zu seyn, was diesen Wässern die Gleichförmigkeit ihres Gehaltes sichert, und vielleicht nähren sie sich fortwährend von dem Gypsgebirge auf eben die Art, wie die heißen Quellen durch Zersetzung der nicht oxydirten Partikelchen vulkanischer Gebirgsarten hervortreten *).

*) Vergl. Leop. v. Buch in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften von 1818 und 1819 S. 65. Diese Vorstellung von dem Ursprunge der heißen und vielleicht auch vieler andern Mineralquellen, läßt sich vielleicht mit besonderm Erfolg auch auf die zahllosen *Salzquellen* anwenden, welche dem Gypsgebirge des südöstlichen Harz-Randes ihren Ursprung verdanken. Denn schon oft ist es bemerkt worden, wie in jener mächtigen Gyps-Bildung, die der Bergbau so mannigfach aufgeschlossen hat, kaum noch ein Steinsalz-Lager von einiger Ausdehnung kann übersehn worden seyn, während auf der andern Seite selbst alle Grubenwässer, welche aus ihr hervorkommen, sich (nach Freiesleben's Bemerkungen) durch einen schmeckbaren Salzgehalt, oder doch im Allgemeinen durch eine größere specifische Schwere auszeichnen. Schwache Einmengungen von Steinsalz können leicht der Aufmerksamkeit der Beobachter entgangen seyn, und es ist vielleicht nicht unwichtig deshalb Freiesleben's Nachricht von Steinsalz-Trümmern im Gypse von *Botendorf*, und Hausmann's Auffindung fein zerstreuter Steinsalz-Partikelchen im Gyps von *Thiede* in's Gedächtniß zu rufen. H.

Das Vorkommen der *Boraciten* in dem Segeberger Gyps ist bekannt; Pfaff's Analyse hat über ihre chemische Beschaffenheit entschieden *). Ihre Kry stallform ist, der Kleinheit der einzelnen Kry stallen ungeachtet, sehr kenntlich der Würfel, mit Andeutung von Flächen des Granat-Dodecaeders. Spuren von tetraedrischer Abstumpfung der Ecken sah ich niemals. Der Fundort dieses interessanten Fossils liegt in der steil abgebrochenen Felswand an der Ostseite des Hauptfellsens. Bei hellem Sonnenschein unterscheidet man die Boraciten leicht als blitzende Pünktchen in der matt-schimmernden fein-körnigen Grundmasse.

Der Umfang der Gypsmasse, welche ich bis hierher beschrieben habe, an der ringsum scharf bezeichneten Basis des Berges beträgt ungefähr 240 Rheinl. Ruthen. In S und W schneidet sie sich schnell und spurlos gegen das aufgeschwemmte Land ab; in N und O aber wird sie in einer Höhe von etwa 150' unter dem Gipfel, von einem *Stinkstein-Lager* von unbekannter Mächtigkeit umlagert, welches fast ganz durch die Gebäude und Gärten der Stadt versteckt ist. Diesen Stein hat Hr. Prof. Steffens schon angeführt und dessen äußere Charakteristik gegeben. Sein urinöser Geruch ist schwach, jedoch beim Aufschlagen größerer Stücke sehr merklich. Man findet in ihm oft kleine rundliche Höhlen mit Eisenoxyd gefüllt, die von zeretzten Schwe-

*) Siehe Schweigg. Journ. d. Ch. VIII. 1813 S. 131. Die weiter nicht bestätigte Beobachtung fein eingesprengten Bernsteins im Segeberger Gyps, welche Hr. Pfaff seiner Analyse hinzufügt, findet höchst wahrscheinlich ihren Grund in irgend einer Täuschung. H.

felkiesen herzurühren scheinen. Er bricht in mehr als Zoll-starken Platten, die man zu Mauern, Trittsteinen und ähnlichen Zwecken verwendet; nur in einem Gärtchen an der Nordseite des Berges sieht man ihn deutlich neben dem Gyps anstehn.

Schichtung ist in dem ganzen Felsen sehr deutlich wahrzunehmen. Sie ist größtentheils grob und mit sehr rauhen Absonderungs-Flächen. Besonders ausgezeichnet in den Thon-reichen Lagen, veranlaßt sie ein Gefüge, das dem Schieferigen nahe kommt, während die herrschenden Schichten Bänke von einigen Fuß Mächtigkeit bilden. Die Streichungs-Linie bildet einen wahren Halbmond, und geht von der 6ten Stunde in allmählicher Krümmung durch St. 7, 8 u. f. w. bis in St. 12 über. Das Fallen geht danach im Allgemeinen von N bis gegen O herum, durchgehends steil, unter Winkel die wohl nirgends geringer als 60° sind *). Bei so steiler Stellung fehlt es nicht an Schwankung, besonders gehn die schieferigen Schichten an einzelnen Stellen bis zur senkrechten über, ja in einer am SO-Ende befindlichen, vermuthlich durch einen alten Steinbruch entstandenen Schlucht, fallen die starken Bänke deutlich etwa 70° W-wärts. An der bezeichneten Gränze mit dem Stinkstein kann man eine partielle Ueberstürzung, in etwa 20 Schritt Breite, bei vollständiger Entblößung der sächerförmig geschichteten Felswand verfolgen; man

*) Diefem Umfande mag man es zuschreiben müssen, daß der Gyps bei den oben angeführten senkrecht niedergehenden Bohr-Verfuchen eine so ungewöhnliche Mächtigkeit zu zeigen schien. H.

steht dort den Gyps in dünnen Schichten zu erdigem Mehl-Gyps aufgelöst, und mit einem Streichen in St. 9 und mit 60° SVV-Neigung über den Stinkstein herfallen, während er dicht dabei sich senkrecht aufrichtet und dann schnell in die entgegengesetzte Neigung übergeht. Auffallende Zerklüftung zeigt sich fast nirgends, nur in den schwachen Thon-Gyps-Lagen wird sie bemerkbar, und an dem Süd-Abhange des Berges, wo die steil aufragenden Schichten-Köpfe sich in die überliegende Schutt-Masse zer Splittern, vor welcher am Fusse ein mächtiges Ziegelthon-Lager liegt.

Nordostwärts dieser Haupt-Gypsmaße finden sich unverkennbare Spuren eines neu aufsetzenden Lagers gleicher Art, in einer sehr niedrigen Hügelreihe, an den Ufern des *grossen Sees* hinter *Stipsdorf*. Deutliche Aufwürfe alter Halden liegen hier voll Bruchstücken eines Gesteins, welches dem von Segeberg durchaus ähnlich ist. Die tief ausgehöhlten Gruben, welche zum Theil trichter-förmigen Erdfällen gleichen, sind mehr als 20 Fuß hoch mit Damm-erde und Leimen bedeckt; sie streichen in der Richtung von NVV nach SO, und endigen gegen SO mit einem aufgeschwemmten Höhenzuge, dessen höchster Punkt, der *Kogelsberg*, über *Steinbeck* sich besonders hervorhebt *). Das Land zwischen diesen Hügeln und

*) Dieser Höhenzug ist es, in welchem sich Spuren von *Muschel-Kalkstein* gefunden haben, deren Hr. Garlieb in seiner Beschreibung der Insel Bornholm gedenkt. Die deshalb angestellten Versuche zur Auffindung eines Kalkstein-Flözes sind nicht befriedigend ausgefallen, doch hat man in einer Mergel-Grube zwischen Stipsdorf und Schieren scharfeckige große

dem Berge von Segeberg ist flach, und verräth keine Spur einer anstehenden altern Gebirgsart.

Der hervorragende Punkt im Boden des *großen Sees*, von welchem Hr. Steffens einen kreide-artigen Mergel heraufzog, wird allgemein für einen Felsen gehalten. Er liegt den erwähnten Hügeln von Stipsdorf ungefähr gegenüber, und ist 4' bis 6' hoch mit Wasser bedeckt. Mit ihm endigt in N die Zahl der Punkte, welche uns Aufschluß über die innere Constitution des Bodens geben können *). Bevor wir indess zu einer allgemeineren Betrachtung derselben übergehn, wird es nöthig seyn, zu vergleichen, was von den hier beobachteten Verhältnissen sich bei Lüneburg zeigt, und in wie weit diese beiden Gegenden sich einander gegenseitig aufklären können.

Blöcke von einem rauch-grauen dichten Kalkstein getroffen, welche mit Sicherheit auf ein nahes Anstehn derselben Gebirgsart schließen lassen. Es ist vielleicht nicht überflüssig zu bemerken, daß ähnliche Kalkstein-Bruchstücke gleichfalls in einer Mergelgrube bei *Trittau*, 3 Meilen südwärts von Oldesloh, gefunden worden sind. *H.*

- *) Die Nachricht von einem *Gyps-Bruche* zu *Breitenburg*, nahe bei *Itzehoe*, welche sich in F. Thaarup's Versuch einer Statistik der Dänischen Monarchie I, 194 findet, erhielt ich leider zu spät, als daß ich durch eigne Nachforschungen etwas von den näheren Verhältnissen desselben hätte ausmitteln können. Seine Entdeckung soll, den Nachrichten zu Folge, welche die HH. Domeyer und von Seydewitz in den Schleswig-Holsteinschen Provinzial-Berichten (Jahrg. 1789 Hest 2 n. 5) davon gegeben haben, durch einen Erdfall im Jahre 1780 veranlaßt worden seyn. Sehr auffallend ist es, in einer spätern naturgeschichtlichen Beschreibung von Schleswig und Holstein

2. Der *Gypsberg* (sogenannte Kalkberg) von *Lüneburg* und seine nächste Umgebung.

Der *Kalkberg von Lüneburg* liegt als ein Vorhügel am Nordrande der Heide *), noch umgeben von flachen Anhöhen, über die er nur wenig hervorragt. Sein Ansteigen ist daher minder plötzlich als das des Segeberges, und seine äußere Gestalt zeichnet ihn minder aus. Er ist oben wenig schmaler als unten, und obschon sein Umfang nirgends scharf begränzt ist, doch bedeutend größer als der Berg von Segeberg. Seine Höhe über dem Spiegel der Ilmenau beträgt, nach einer einmaligen Barometer-Messung, 164,36 par. Fufs, und von dort aus bis zur Nordsee mögen wohl kaum über 20 Fufs Fall Statt finden. Sein Gestein gleicht im Allgemeinen dem von Segeberg, nur ist es grofskörniger, selten dicht, und trägt deutlicher den Charakter der Blätterung des älteren Flöz-Gypses; in einzelnen Massen ist es durch Eisengehalt blaß fleischroth gefärbt, und zuweilen getüpfelt voll röthlicher und grauer Fleckchen. Fraueneis sieht man oft in großen Massen darin ausgeschieden, wasserklar und grofsblättrig; nicht selten haben sich davon auf Klüften bedeutende, von Rotheisenoxyd durchdrungene Drusen gebildet, welche selbst deutliche KrySTALLISATIONEN

durch Knfs (1817) nichts von einem Steinbruche bei Breitenburg erwähnt zu finden, wenn gleich des Verfassers Wohnort kaum 2 Meilen davon entfernt liegt, H.

*) Ueber sie vergleiche man den Anhang; mit der folgenden Beschreibung aber die petrographische Karte der Umgebungen von Lüneburg auf Taf. I. H.

enthalten. Die feinkörnige Masse wird oft sehr gleichförmig, schön weiß, in starken Stücken durchscheinend, ein vollkommener *Alabaſter*.

Thonhaltige Schieferſchichten, deren Ablösungen mit kryſtalliniſchen Strahlen von ſehr dünnblättrigem Gyps bekleidet ſind, fehlen auch hier nicht. Statt des feinen Quarzſandes treten hier in einzelnen Theilen der Gypsmasse deutliche *Quarz-Kryſtalle* auf, die eine Länge von 2 bis 3''' erreichen. Ihre Farbe iſt hell rauchgrau, ſelten dunkler gewölkt; ſie ſind gewöhnlich halb-durchſichtig, und haben nichts Auffallendes in der Kryſtallform; aus der innig ſie umſchließenden Gyps-Bekleidung geht die ſechsſeitige Säule mit dihexaedriſcher Zuſpitzung hervor, ſtets an beiden Enden auskryſtalliſirt. Unabhängig von den Quarzkryſtallen erſcheinen die *Boraciten* in einzelnen Schichten, welche die Mitte des Berges durchſchneiden; die reinſten Abänderungen umgiebt ein feinkörniger blaſsröthlicher Gyps. Ihr Verwittern in dieſer kryſtalliniſchen Umhüllung, iſt ein intereſſanter Beweis von der beſtändigen Fortdauer partieller Zerſetzungen in dem anſcheinend für die chemiſchen Agentien unzugänglichen feſten Geſtein. Dieſe Verwitterung macht die Boraciten trübe ſchmuzig-weiß und ganz undurchſichtig; ſie verlieren allmählig an Härte, zerfallen zuletzt ganz und laſſen eine leere Höhlung zurück, in welcher etwas Gelb-Eiſenocher die rauhen Wände bekleidet. Dieſe Erſcheinungen, welche die hieſigen Steinbruchs-Arbeiter das Verrotten der Steine nennen, folgen ſich ſchnell, wenn die Boraciten in gebrochenen Gypſſtücken der Luft und der Feuchtigkeiſt ausgeſetzt liegen. — Bekannt, und zuerſt von

L. Gmelin gefunden, ist das Vorkommen einzelner *Steinsalz - Körnchen* im Innern der Boracit-Krystalle; auch der umgebende Gyps ist häufig sehr fein mit Steinsalz durchdrungen, welches mit Bittersalz zu effloresciren pflegt.

Vom Kalkberge aus scheint sich der Gyps unter dem grössten Theile der Stadt zu verbreiten; ein *Erdfall*, der sich vor Jahrhunderten zwischen der Michaelis-Kirche und dem Markt ereignet hat, deutet auf sein Daseyn. Durch jenen Ort führt jetzt eine Strasse, das *Meer* genannt, deren Grund bestimmte Spuren verschütteter Häuser enthalten soll. In einem Salzbrunnen auf dem sogenannten *Sulzhofe* in der Stadt, hat man den Gyps wirklich wiedergefunden; auch hat man bekanntlich mit dem Soolschacht auf der Saline in 52' Tiefe den Gypsfels erreicht, aus welchem der östliche Zufluss der reichen Salzquellen unmittelbar hervorsprudelt. Nicht minder verräth sich der Gyps in einem kleinen hervorragenden Felsen, welcher in der Tiefe des Stadtgrabens bei der sogenannten *Afchen-Kuhle* zwischen dem Bardowiker- und Neuem-Thore ansteht; sein Gestein ist fein rauchgrau und weiss gestreift, und unmittelbar an ihm entspringt eine starke Salzquelle, die ungenutzt abläuft.

Mehr isolirt, und wenigstens in keiner nahen unmittelbaren Verbindung mit unserm Haupt-Felsen, zeigt sich die gleiche Gebirgsart im *Schildstein*, kaum $\frac{1}{2}$ Stunde westwärts der Stadt. Der Berg, welcher vormals hier stand, ist nun abgetragen, und anstatt seiner findet man eine Grube von mehr als 50' Tiefe und über 500 Schritt Umfang ausgehöhlt. Der Gyps ist hier vorwaltend dicht und klein-körnig, verwaschen hell

und dunkelgrau gefärbt, und mit schwarzen und röthlichen Adern durchzogen. Nicht selten findet man in ihm auf schwachen Klüften einen schön blättrigen *Rotheisenrahm*, dessen hoch-kirschrothe Farbe mit metallischem Schimmer fast an den Anblick von gediegenem Kupfer erinnert. *Anhydrit*, der im Kalkberge fehlt, ist diesem Gypse nicht selten beigemengt; er ist gewöhnlich hellgrau, krySTALLINISCH-blättrig, nicht selten auch in kleineren Stücken dicht und hell bläulich-grau, dem bekannten schönen Steine von Sulz am Neckar ähnlich. Ganz neuerlich hat man auch im Schildsteine *Boraciten* gefunden, welche sich durch ihre tetraedrische KrySTALLISATION, verbunden mit den Flächen des Würfels und des Granat-Dodecaeders auszeichnen. Ihre Farbe ist meistentheils dunkel-graubraun, ihre Durchscheinendheit ist gering, und der Gyps in welchem sie sich finden feinkörnig, dunkel-rahmgrau und weiß gefleckt, und reich an blättrigem Anhydrit. Zugleich mit ihnen fand sich auf der Sohle des Steinbruchs *Steinsalz* in eckigen Trümmerchen, welche wohl kaum über $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser erlangen, durchscheinend, von matt honiggelber Farbe. Das Wasser, welches in mehreren Quellen aus der Tiefe des Schildsteins hervortritt, besitzt einen ansehnlichen Salzgehalt.

Zwischen dem Schildstein und dem Kalkberge breitet sich ein weiter, flacher Wiesengrund aus, den ein dunkler fetter Thonboden von unbekannter Mächtigkeit anfüllt; auch in ihm hat man unzweideutige Spuren salzhaltiger Quellen bemerkt.

Schichtung kann diesem ausgedehnten Gypsgebirge so wenig als dem von Segeberg abgesprochen wer-

den; sie ist deutlich, wenn gleich ebenfalls selten nett und von ausgezeichneter Schärfe. Die einzelnen Schichten-Bänke sind stark und die Ablosungen sehr uneben; auch herrscht in ihrer Richtung eine auffallende Unregelmäßigkeit. Von O gegen VV durchläuft das Streichen über $\frac{1}{2}$ des Horizontes; mit St. 4 und 70° NVV Fall geht es durch die 6te Stunde mit senkrechter Stellung, bis in die 12te über; die Neigung bleibt steil, und Schwankungen zeigen sich überall. Besonders scharf und bestimmt ist die Schichtung im Schildstein; das Streichen ist dort St. 11 bis 12, das Fallen senkrecht bis gegen 70° ostwärts. Eben so gestürzt, bei St. $8\frac{1}{2}$ Streichen, ist das Fallen bei der kleinen Felsmasse im Stadtgraben.

Zerklüftung ist bei Lüneburg häufiger als bei Segeberg; besonders zeigt der Kalkberg viele Spuren davon, und häufiges Aufklaffen der Schichten an ihrem obern Ende begleitet eine mannigfache Zertrümmerung. Wenn gleich bei dieser Zerrüttung keine Spuren schlotten-artiger Höhlungen sichtbar werden, so verräth sich ihr Daseyn dennoch durch häufige *Erdfälle*, die sich fast jährlich, besonders vor dem Neuen Thore wiederholen. Ungleiche Senkungen des Bodens scheinen überhaupt in der ganzen Umgebung bis in die neuesten Zeiten geschehn zu seyn, denn kein einziger der Thürme Lüneburgs hat seine senkrechte Stellung behalten, und die Mauern alter Gebäude erscheinen auf mannigfache Art verschoben und aus ihren Fugen gerissen.

Von einer unterliegenden Gebirgsart, welche zur Charakteristik unsers Gypses dienen könnte, zeigt sich keine Spur; desto verschiedenartiger sind dagegen die

Vorkommnisse bedeckender Schichten. Zunächst als Aufliegendes deutlich wahrzunehmen, in unmittelbarer Berührung mit dem Gypsellen im Stadtgraben, erscheint ein eigenthümlicher *Kalkstein*. Er ist hart und spröde, blaß-ochergelb gefärbt, mit einzelnen dunkelrauch-grauen Flecken gezeichnet, und von einer zahllosen Menge feiner Poren durchlöchert; zugleich enthält er selbst größere Blasenräume von unregelmässig eckiger Gestalt, deren Wände mit kleinen milch-weißen Kalkspath-Drusen bekleidet sind. In allen seinen Eigenschaften gleicht dieser Kalk der *Rauchwacke* des Mansfeldischen Kupferschiefer-Gebirges *). Er bildet ein Flöz von unbedeutender Mächtigkeit, und ist in mässige Schichten von höchstens 1' Stärke gespalten, welche an den Wänden des Wallgrabens anstehn. Ihr Streichen scheint St. 10 zu seyn; ihr Fallen ist 66° bis 68° NO-wärts.

Sobald man aus dem Graben hervortritt zeigt sich in den nächsten Vertiefungen des Bodens, vorzugsweise in flachen Feldgräben, ein *fetter Thon* von aus-

*) Der gütigen Mittheilung des Hrn von Buch verdanke ich die Belehrung, daß diese Gebirgsart, wie alle Rauchwacke, zum *Dolomit* gezählt werden muß, von dessen sehr ausgezeichnetem Erscheinen in dem Gebiete des jüngern Flöz-Gebirges, und namentlich in der Kette des Jura, wir durch diesen grossen Naturforscher, durch Beobachtungen von höchster Wichtigkeit unterrichtet worden sind. Die von mir angegebenen kleinen Kalkspath-Drusen werden sicher von rhomboedrigen Krystallen gebildet, welche die Form des Rautenspathes haben, und durch ihre Anwesenheit, selbst bei oberflächlicher Anschauung, zum Unterschiede des Dolomites von den Kalksteinen dienen. H.

gezeichnet *kirschrother* Farbe, mit verwaschen grünlichgrauen Streifen durchzogen, sehr bröcklig, und beim ersten Anblick den Thon des bunten Sandsteines ins Gedächtniß rufend. Solcher Thon ist sichtbar dem aufgeschwemmten Lande fremd, man vermißt in ihm die kleinen Geschiebe, welche in letzterem so häufig sind, und in diesen Lagerungs-Verhältnissen mag er doppelt verdächtig erscheinen. Er setzt in der Richtung gegen NVV ununterbrochen fort, und erscheint noch einmal in etwa 1000 Schritt Entfernung, besonders deutlich bei den sogenannten *Leemkuhlen*, wo er zum Ziegelfstreichen gewonnen wird. Schwierig ist es leider, bei so störender Bedeckung seine geognostischen Verhältnisse mit Sicherheit zu erforschen, doch unterstützt eine andre Thatfache nicht wenig die Meinung, zu welcher sein Anblick führt. In den nordostwärts dieses Thon-Streifens liegenden Häusern werden nemlich die Brunnen in geringer Tiefe bis auf Steingrund gebracht; einer davon, den ich näher untersuchte, war 12' tief, und aus seinem Boden wurden etwa zollstarke Platten eines röthlichen feinkörnigen *Sandsteins* hervorgezogen. Mit diesen fanden sich dünnschiefrige Schichten von bläulich-grauem verhärtetem *Letten*, dessen Ablösungen mit feinen weißen Glimmerschüppchen bekleidet waren. Beide sind täuschend den gleichen Gebilden des bunten Sandsteins ähnlich *).

*) *Muschelkalk* wurde vergebens gesucht. Viele Bruchstücke eines bläulich-grauen dichten Kalksteins, welche ihm dem äußern Ansehn nach gleichen, fand ich in der nördlichen Schutthilb. *Annal. d. Physik.* B. 76. St. 1. J. 1824. St. 1. D

Die *Kreide* von Lüneburg ist bekannt. Sie liegt NO-wärts der besprochenen Sandstein-Spuren, und zwischen beiden ein schmaler und flacher Streif von unerforschter Bedeckung. Die Kreide selbst bildet einen sanften Hügel, dessen Gipfel 102,27' über dem Spiegel der Ilmenau liegt, und dessen nördlicher Rücken den beträchtlich höheren *Teltberg* trägt, welcher fast ganz aus losem Sande besteht. Die Farbe der Kreide ist herrschend licht-graulich-weiß, selten wird sie schneeweiß oder blafs-eisenroth. Ihre Structur ist dicht, sie erscheint fest zusammenhängend, mild und feinerdig im Bruch, sehr weich und kaum schreibend. Die rothen Abänderungen sind härter und rauher anzufühlen, die rein weißen dagegen sind die mildesten und weichsten. Die vielbesprochenen Uebergänge der Kreide in den *Feuerstein* sind auch hier ausnehmend häufig, von kaum bemerkbaren Pünctchen bis zur Oberfläche bedeutender Knollen-Stücke. Die Färbung des Feuersteins ist hier gewöhnlich hell-rauchbraun, sein Bruch sehr eben und flach-muschlig, die Bruchstücke durchscheinend an den Kanten. *Verfeinerungen* kommen hin und wieder durch die Masse zerstreut vor; außer einigen *Ostraciten*-ähnlichen Abdrücken, hat man *Gryphites Cymbium* mit wulstförmiger Erweiterung an einer Seite der Schale, und *Echinocorytes scutatus* (Klein) gefunden; letztern traf ich niemals an in Feuerstein verwandelt, sondern stets mit wohl erhaltener Schale, und diese mit Kreide gefüllt.

halde des Schildsteins; vielleicht mögen sie einmal auf die Spur ihres Ursprungs führen. H.

In der Schichtung der Kreide zeigt sich deutlich ihre Auflagerung auf den eben untersuchten Bruchflächen älterer Gebirgsarten. Ihr Streichen ist St. 8, ihr Fallen 46 bis 48° NO-wärts. Beides ist merkwürdig. Einerseits läßt uns der bedeutende Neigungs-Winkel, welcher vom Gyps bis hierher allmähig an Steile abnahm, auf eine bestimmte Verknüpfung der Ursachen schließen, welche diese Stellung der Schichten veranlaßten, deren Versetzung aus der ursprünglichen Lage in ihren gegenwärtigen Zustand man selbst bei einer solchen Vorgängen abholden Ansicht zugeben muß. Auf der andern Seite bemerken wir mit nicht minder gesteigertem Interesse, daß auch die Streichungs-Linie sich dem allgemeinen Gesetze des Parallel-Streichens vieler norddeutschen Gebirge mit auffallender Bestimmtheit anschließt; diesem Gesetze, welches durch alle Perioden der Gebirgs-Bildung hindurch geht, und von den Urgebirgen bis zu den Rücken des aufgeschwemmten Landes eine zahllose Menge von Parallel-Ketten hervorruft.

Die einzelnen Schichten der Kreide, welche selten über 2' stark werden, sind regelmäßig durch $\frac{1}{4}$ bis 1" starke Lagen eines weichen und sehr fetten, dunkel-leberfarbenen, oft ganz kalkfreien, schiefrigen *Thones* gefondert; eine merkwürdige chemische Ausscheidung, gleichzeitig mit der Bildung des herrschenden Kalk-Niederschlags in bestimmten Perioden wiederholt.

Diesen hervorragenden Kreidefels, dessen Spuren sich noch im Bette der Ilmenau unter der Brücke des Lünner Thores wiederfinden, mit Hrn Steffens für den Rest einer ehemals vorhandenen erlöschten Kreide-Ebene

anzusehn, scheint der Natur seines Vorkommens entgegen. Gewiß ist es, daß die weit durch das aufgeschwemmte Land der norddeutschen Ebene verbreiteten Feuerstein-Gerölle mit ihren Versteinerungen, und die Beschaffenheit vieler Mergel-Lager in Holstein und Meklenburg, auf die Zerstörung großer Massen eines Kreide-Gebirges hindeuten, das zuvor die Oberfläche des nun von dessen Trümmern bedeckten Landstriches einnahm. Doch darf man nicht übersehn, daß bei weitem die mehrsten der dem aufgeschwemmten Lande angehörenden Trümmer der Kreide fremd sind, und daß das Vorkommen dieser letztern bei Lüneburg unbezweifellich ein Hervorheben aus der Tiefe voraussetzt, indest man in jener Ansicht den stehn-gebliebenen Theil eines umfassenden Ganzen zu sehn glaubt, welcher in seiner ursprünglichen Lage zurückblieb, während seine Umgebungen zerstört wurden. Die Annahme eines Aufstiegs des Bodens, und daß erst dadurch die Kreide-Ebene erhöht wurde, sehe ich als unvermeidlich an, um die Erscheinung des Hervortretens der ältern Gypsfellen erklären zu können. Solche Zerreißungen, welche noch vielfach statt gefunden haben mögen wo sie die tiefe Bedeckung nicht wahrnehmen läßt, wären dann sicherer die nächste Veranlassung der Zerstörung des umgebenden Kreide-Gebirges.

Hr. Prof. Steffens ist geneigt die beiden Gyps-Berge von Lüneburg und von Segeberg für stock-förmige Massen anzusprechen, welche durch Wasser-Gewalt von ihrer Bekleidung entblößt worden sind. Diese Vorstellung ist nicht mehr haltbar, sobald erwiesen worden, daß dieser Gyps kein Glied der Kreide-For-

mation sey; und nicht minder steht ihr entgegen, sowohl das angegebene Schichtungs-Verhältniß, als das sehrmerkwürdige plötzliche Abschneiden dieser Gyps-fellen gegen ihre Umgebungen. Nirgends sieht man eine Verknüpfung derselber mit einem gleichzeitigen oder einem unterliegenden Gebirge, nirgends ein allmähliges Verschwinden angegriffener Felsmassen unter dem Boden, und nirgends eine Verbreitung von Geschieben ihrer zertrümmerten Masse; aus großer Tiefe hervorgerissen, sind sie weit aus der Sphäre ihrer gesetzmäßigen Verbindung entfernt. Gleich am Südrande des Segeberges ist vor den Schichten-Köpfen ein Brunn 40' tief gegraben, ohne daß man eine Spur des Fells getroffen hätte, während nur wenige 100 Schritt davon der Ort ist, wo die oben erwähnten Bohrversuche getrieben wurden. Eben so liegt unmittelbar an der Westseite desselben ein kleiner See mit steilem Ostrand, dessen 6 bis 8 Klafter tiefer Grund keine Gyps-fellen enthält. Neben dem Gypsberge von Lüneburg liegt ostwärts, bei der Ziegelei am Altbrückner-Thore, ein mächtiges *Töpferthon-Lager*, dessen Thon der Alaun-Erde verwandt und sehr dunkel schwarzbrann gefärbt ist, einzelne Schwefelkies-Nieren enthält, und worin man nicht selten *Hayfisch-Zähne*, deren schon Taube*) gedenkt, und seltner *Knochen-Fragmente* von großen Säugethieren findet. Bis zu 90' tief ist man in dieses Lager eingedrungen um nach Brannkohle zu suchen, deren Daleyn hier nicht unwahrscheinlich ist, doch hat man weder den Thon durchfunken, noch eine

*) Beiträge zur Naturkunde des Herzogthums Lüneburg 1769.
S. 171. H.

Spur des nahen Gypsfelsens getroffen. Eben so schnell verschwindet der Lüneburger Gyps auch gegen S und W, ja selbst die beiden Gypsberge, der Kalkberg und der Schildstein, scheinen bis auf bedeutende Tiefen scharf von einander losgerissen zu seyn.

Solche Verhältnisse der Trennung zeigt kein Gebirge, das auf seiner Oberfläche durch atmosphärische oder neptunische Gewalten zerrüttet wurde. Das plötzliche Auftreten oder Verschwinden eines Gebirgs kann nur durch Verhältnisse herbeigeführt werden, die in diesem Gebirge selbst oder in dessen Beziehungen zu den tiefer liegenden Massen gesucht werden müssen. Es ist aber wahrlich nicht zu übersehn, wie es, um uns in der Beurtheilung dieser Beziehungen zu leiten, als Gesetz aufgestellt werden könne, daß bei den isolirt im jüngeren Gebirge auftretenden Gliedern einer ältern Formation die Schichten-Stellung sich um so mehr der senkrechten nähert, je größer erstens der Unterschied des Alters derselben von dem ihrer Umgebungen sey, und je höher sie zweitens über den allgemeinen Horizont der letztern hervorragen. In dem nächst angränzenden Urgebirge des *Kullen*, des *Stenshoufvud* und der Insel *Bornholm*, welches sich plötzlich aus dem Sande des Meeres hervorhebt, erblicken wir deshalb nur Seigerstellung und Ueberstürzung, während die Kreidestöße des südlichen Randes der Heide zwischen Braunschweig und Hannover, bei welchen beide Bedingungen steiler Schichten-Stellung wegfallen, nur sölilig gelagert sind. Der Muschelkalk, welcher bei Hannover zuerst am linken Ufer der Leine hervortritt, hat eine mittlere Neigung von 6° bis 8°, während die nicht weit entfernt auftretenden Berge von buntem Sand-

stein, der *Bentherberg* bei Northen, und der *Tienberg* bei Wunstorf, deren erster zugleich den höchsten Punkt seiner Umgebungen bildet, mit 70 bis 80° gegen den Horizont einstürzen. Beispiele solcher Art finden sich leicht in jeder Beobachtungs-Reihe. Wenn wir daher am Ende dieser Untersuchung auf die aus ihnen abzuleitenden Folgerungen besonders aufmerksam gemacht haben, so geschah es nur um die Ansicht zu befestigen, daß die Gypsberge von Lüneburg und von Segeberg auch in der Art ihres Auftretens auf der Oberfläche, mit dem Erscheinen der ältern Gyps-Formation in dem südlicheren Flötz-Gebirge Nord-Deutschlands völlige Uebereinstimmung zeigen.

A N N A N G.

Ueber die ursprüngliche Richtung der norddeutschen *Flußthäler*
und die *Lüneburger Heide*.

1.

Die eigentlich sogenannte *Lüneburger Heide* zeichnet sich vor dem übrigen Theile des nord-deutschen und süd-baltischen Flachlandes auf eine sehr bestimmte Weise durch Form und Character ihrer Oberfläche aus. Sie bildet einen erhöhten Landstrich, welcher sich von der westlichen Gränze der Altmark bis in die Gegend zwischen Bremen und Stade ununterbrochen, in unveränderter Richtung von SO nach NW erstreckt. Auf beiden Seiten wird sie durch die tief eingeschnittenen Parallel-Thäler der Elbe und der Aller begränzt, welche sich beide erst nach einer bedeutenden Krümmung dieser Streichungslinie angeschlossen haben. Der höchste Rücken der Heide streicht

eben so gleichförmig näher bei dem nord - östlichen Rande der ganzen Erhebung; die Höhe desselben wechselt in bedeutender Ausdehnung zwischen 500 und 400 par. Fuß über dem Meere, und scheint in der Gegend von *Undeloh*, NO-wärts von *Soltau*, am bedeutendsten zu seyn *). — Der Abfall der Heide ist zu beiden Seiten sanft, doch nicht gleichförmig, südwärts erst in sehr bedeutender Erstreckung merkbar, nordwärts etwa 4 mal so steil. Dieses Verhältniß der entgegengesetzten Abdachungen läßt den Wanderer, welcher von N. kommt, die Heide als einen ausgedehnten blauen Gebirgsstreif am Horizonte wahrnehmen, aus welchem die ihm entgegenkommenden Flüsse mit beträchtlichem Fall und in tief eingeschnittenen Thälern hervortreten, während er, wenn er von Süden kommt, nichts als endlose Ebene vor sich sieht, deren Flüsse langsam durch einen breiten Rand von Sümpfen und Torfmoore zur Aller abfließen.

Diese Form des Landes hat schon früher in demselben einen verborgenen Gebirgszug mit einseitiger Schichten - Neigung ahnen lassen; namentlich betrachtet Herr Senf, der erste der sie beschrieben hat **), den hohen Nordrand der Heide als die Stirn eines Muschelkalk - Gebirges, unter welchem

*) Den höchsten Punkt des Rückens auf dem Wege von Lüneburg nach Sülze, habe ich zwischen Bätzendorf und Wulfsode, näher dem ersteren gefunden, und mit dem Barometer auf 306,95 par. Fuß Höhe über dem Spiegel der Ilmenau bei Lüneburg bestimmt. H.

**) S. seine Bemerkungen über die Gegend der Salzquellen von Lüneburg, Sülze und Oldesloe, in den Schriften der Jenaer Societ. für die gef. Mineralogie, 1811, Bd. 3 S. 155 bis 200. H.

der Gyps von Lüneburg an passender Stelle hervortrete. Wie ungeheuer mächtig die bedeckende Trümmerschicht des aufgeschwemmten Landes überall seyn müsse, beweisen Taube's und Jordan's Nachweisungen bis 100' tiefer Brunnen in diesem Lande. Die allgemein verbreiteten *Gefchicbe*, die besonders um Falingbostel an der Böhme, bei Piperhöfen, zwischen Uelzen und Dannenberg, bei Hohenbostel u. s. w. sich durch Umfang und Menge auszeichnen, sind durch Jordan als Abkömmlinge des Nordens bekannter geworden. Die Beobachtung des anstehenden Gesteines bei Lüneburg beweist, daß der ältere Gyps erst nach der Bildung des Kreide-Gebirges hervorbrach, um es in der Streichungslinie der Heide zu erheben, und es ist daher auch wohl nicht unwahrscheinlich, daß auch die Erhebung des Heiderückens selbst eine von den riesenhaften Erscheinungen gewesen sey, welche als gleichzeitig mit dem Fortschleudern entfernter Gebirgs-Bruchstücke betrachtet werden dürfen.

Die Beschaffenheit des Bodens der Heide ist nicht minder eigenthümlich als die Gestalt seiner Oberfläche. Sehn wir gleich in ihm nichts als herrschende *Sand-*, mit untergeordneten *Thon-* und *Mergel-Lagern*, so ist doch die auffallende Leichtigkeit, mit welcher er die Vegetation begünstigt, höchst bemerkenswerth; nirgend trifft das Auge kahle Sandschellen und Hügel, welche der Wind versetzt; selbst in der höchsten Trockenheit bekleidet *Erica Tetralix* *) mit der gemeinen

*) Die geographische Verbreitung dieser Pflanze hat viel Merkwürdiges. Der Landstrich, in welchem sie durch ihre Menge den Charakter der Flora mit bildet, hat in Deutschland ziem-

Heide (*Calluna vulgaris*) um den Rang streitend, den Boden; wo Zutritt der Feuchtigkeit eine freiere Entwicklung erlaubt, treten in großem Umfange schöne Waldungen von Buchen (*Fagus*) und Birken auf; und die herrlichen Eichenwäldchen, welche die einsamen Heide - Dörfer umgeben, zeugen von der Fruchtbarkeit ihrer Grundlage. Einförmige Kiefernwälder, und mit ihnen öde Sandstellen, beginnen erst in der Nähe des Aller-Thals und an den sumptigen Rändern der Flüsse des Süd-Abhanges; doch

lich scharfe Gränzen. Von der Küste dringt sie in das Land ein bis an eine Linie, welche in W beginnt mit dem weit geöffneten, durch die Kette des Teutoburger Waldes und des westphälischen Schiefergebirges begränzten Busen, aus welchem die *Lippe* und *Ems* entspringen, und sich dann am Nordrande der Gebirge von der Grafschaft Lingen über Vörde bis etwas nördlich von Minden hinzieht, und von dort in fast gerader Richtung über Hannover bis nach Braunschweig geht. Hier wendet sich diese Gränzlinie nach N gegen Gifhorn, und geht etwa über Brohme und in O von Salzwedel vorbei, unterhalb Lenzen über die Elbe in das Meklenburgische nach der Küste zu, welche sie im ehemaligen Schwedisch - Pommern erreicht. Ob die so begränzte Pflanze in *Hinter - Pommern* noch wächst, ist nicht mit Sicherheit auszumitteln; sie fehlt im süd-östlichen Theil von Meklenburg-Schwerin (Timm) und um Strelitz (Schultz); auch bei *Danzig* wird sie nicht gefunden (Reyger); in Preussen hat man sie erst in neuerer Zeit an einer vereinzelter Stelle bei *Königsberg* bemerkt, und in den Floren von *Petersburg* sucht man sie vergebens. Eben so wenig finde ich sie angezeigt in der *Neumark* und in den sandigen Ebenen von *Ober- und Nieder - Schlesien*; in der Flora *Berlins* und der *Mittelmark* ist eine früher von ihr gefundene Spur verloren gegangen. Am rechten Elb-Ufer bei *Lohburg*, *Mückeln* und nordwärts *Gommern* finden sich ausgedehnte

findet sich der Wanderer auch hier nicht selten erfreut durch eine Vermischung derselben mit Schwarztannen (*P. Abies* L.), bei deren rauschenden Gipfeln in der einsamen Landschaft man sich auf die Gebirgs-Ebenen des Oberharzes um Clausthal und Elbingerode versetzt glaubt; denn in den nächsten Gebirgen nimmt dieser Baum die höhere Waldregion ein, und steigt nicht leicht unter 1000 Fufs Meereshöhe herab. Auch eine Pflanze, von welcher sich am Harze fast dasselbe sagen läßt, nemlich *Arnica montana* ist gleichförmig

Heideflächen, in welchen allein *Calluna* den Boden bedeckt, und in den großen mit Heide bewachsenen Landstrichen der *Altmark* fand ich *Erica Tetralix* nur vereinzelt am Nordrande des Drömling, so wie weiter westlich in den Mooren zwischen Braunschweig und Helmstedt. In den Mooren der großen *Baierischen* Ebne scheint sie nicht wieder aufzutreten, doch wird sie einzeln auf den sumpfigen Flächen der *hohen Böhn* (Schneider) und bei *Frankfurt* am Main gefunden.

Wie mit der Entfernung vom großen Meere bei gleichen Breiten die Raubheit des Klima zunimmt, davon sehn wir auch in dieser Pflanze, welche vorzugsweise die größeren Abwechslungen und die Extreme der Temperatur zu meiden scheint, ein bemerkenswerthes Beispiel. Denn sie ist auch jenseits der Ostsee einheimisch in dem ganzen südlichen Theile von *Schweden*, bis an die nördlichen Gränzen von Smoland, Westgothland und Bohuslehn; gleichfalls in ganz *Dänemark* mit seinen Inseln; auch verbreitet sie sich nach *Norwegen* durch Christiania-Sand-Stift (Oeder), und erreicht auf der Westküste bei Drontheim den 64ten Breitengrad (*Gunner*). Bis fast in gleicher Breite wächst sie in *Schottland* (*Lightfoot, Hooker*). In ihrer Verbreitung gegen SW scheint sie einem breiten Streif an der Küste des Meeres zu folgen: sie ist in ganz *Holland* und *Belgien* einheimisch, wächst häufig bei *Paris*, herrscht in den großen Ebenen der *Bretagne* (*Poiret*) und findet sich im

überall durch die Heide vertheilt, und ziert die Ebne bis Hannover in großem Ueberfluß. Nicht eine verminderte Temperatur des Bodens, nur seine innere Beschaffenheit kann die Ursache seyn, daß sie hier erscheint, denn nicht die ganze sie umgebende Flor folgt ihr auf die Gebirge nach, nur die bekannten *Vaccinium*-Arten und *Arbutus Uva Ursi* steigen von hier noch über die Region der *Arnica* hinaus bis zum Gipfel des Brockens.

Departement *des Landes* bis am Fusse der Pyrenäen. Wie weit sie von Paris in die Ebene der Champagne vordringen mag, konnte ich nicht erfahren; in der Bourgogne wird sie nicht gefunden (Durand), in *Lothringen* dagegen trifft man sie einzeln in waldigen Sümpfen (Willemet). Den warmen Küsten des mittelländischen Meeres bleibt sie fremd, sie berührt sie nur bei *Canet* in NO von Perpignan, wo der Einfluß des nahen Gebirges die Temperatur der Meeres-Ufer erniedrigt (Picot de Lapeyrouse).

Eine sehr ähnliche Wendung in dem nördlichen Theile von Europa nimmt die Gränze von *Ilex Aquifolium*. Mehr die Kälte des Winters als die erhöhte Temperatur des Sommers vermeidend, findet sich dieser *Ilex* ungefähr in S von 51° 30' nördl. Breite überall, wo die Bedingungen des Bodens es zulassen. Weiter nördlich dagegen umgibt er die Küste mit einem stets schmaler werdenden Gürtel, und dem Nordrande der letzten Flötzgebirgs-Züge Norddeutschlands folgend, verläßt er die Aller in der Gegend von *Vorsfelde*, meidet die Altmark und was ihr in O liegt, und verschwindet gegen NO auf *Rügen*. In den südlichen Provinzen Schwedens erscheint er indeß nicht wieder, doch findet er sich herrschend auf dem festen Lande von *Dänemark*. Hr. Leop. v. Buch fand ihn auf der Südspitze *Norwegens* in den kleinen Thälern von *Eids-Heien*, in der Nähe von Mandal, und Gunner erwähnt seiner auf den Inseln von *Sundmör*. H.

Wo der Rücken der Lüneburger Heide sich ostwärts endigt, beginnt für die Gestaltung des Landes und für den Charakter der Vegetation ein neues Gebiet. Die Gleichförmigkeit in der Form des Bodens hört auf, die höchsten Punkte sind ohne Rücksicht auf den Lauf der Gewässer vertheilet, und fortlaufende der gemeinsamen Streichungslinie des Grundgebirges folgende Rücken treten nur selten hervor; ein die *Marken* und einen großen Theil der *Lausitz* und *Nieder-Schlesiens* einnehmender Landstrich, in welchem der Einfluß der hochbedeckten festen Erdrinde auf die Form seiner Oberfläche fast ganz erloschen zu seyn scheint. Doch dürfen wir diesen Leitstern für die Kenntniß der ersten Grund-Verhältnisse in der Gestalt der Länder nicht eher unwiderruflich als verloren betrachten, bevor nicht ein Umstand erörtert ist, dessen mehrere oder mindere Bestätigung von einer genaueren Kenntniß des Landes abhängt, als ich selbst zu erlangen im Staude war.

Der *Lauf der drei Hauptflüsse* des bezeichneten Landstrichs, der *Elbe*, der *Oder* und der *Spree*, zeigt in bedeutenden Strecken eine Richtung, welche mit der weit durchgreifenden Streichungslinie aller norddeutschen Flötzgebirge auffallend übereinstimmt. Ein Blick auf die Charte lehrt, daß er sie nur verläßt um rechtwinklig abzuweichen; und daß er dann oft fast ohne allen Uebergang wieder in die ursprüngliche Richtung zurückkehret. Hauptpunkte solcher Art sehen wir an der *Oder* bei Lenbus, bei Köhen, bei Neufalz, etwas oberhalb Sabor, und bei Fürstenberg; an der *Spree* am Ein- und Ausgange des Spreewaldes

(1½ Meilen unterhalb Cottbus und bei Lübben) und bald unter der Mündung des Mülroser-Kanals; an der *Elbe*, da wo sie die Elster bei Jessen aufnimmt, bei Magdeburg, und bei Werben unterhalb Havelberg.

Diese Erscheinung stimmt zu auffallend mit dem Gange der Flüsse, welche zwischen Gebirgsketten strömen, überein, als daß wir nicht geneigt seyn sollten, auch hier in dem doppelten Wechsel der Strombahn *Längen-* und *Queer-Thäler* zu sehn, deren bestimmende Bergrücken, welche der herrschenden Richtung folgten, von der Oberfläche verschwunden sind. Die große Menge zufälliger Umstände, welche bei der Vollen- dung der jetzigen Gestalt dieser Oberfläche gewirkt haben müssen, erlaubt es nicht über den ursprünglichen Lauf und den Grund der Unterbrechung der überschütteten Gebirgslinien, und ihrer zwischenliegenden Thäler, mit einiger Sicherheit zu entscheiden; nur bei wenigen ihrer Wendungs-Punkte, wie bei Leubus und bei Magdeburg, möchten wir die nächst bedingenden Ursachen nachweisen können; doch geht aus ihrer gemeinsamen Anschauung ein allgemeineres Resultat hervor. Betrachten wir nemlich die *Längen-Thäler* als die Haupt-Thäler des Landes, als die natürliche Richtung, welche die Gestalt der Erdoberfläche dem Lauf der Ströme gegeben hat, während die *Queer-Thäler* ihr Daseyn erst späteren gewaltsamen Erscheinungen, oder früheren gewaltsamen Zerreißungen des natürlichen Verbandes der Gebirgsarten verdanken, so werden auch diese vorzugsweise unsere Aufmerksamkeit bei einer Betrachtung auf sich ziehn; welche aus dem Lauf der Flüsse die geognostischen Grundzüge des Bodens zu erforschen strebt.

Ich beginne mit einer Ansicht des *Oderthals* nach seiner eigentlichen Beschaffenheit. Es ist klar, daß die mittlere Richtung desselben von Oppeln bis nach Fürstenberg, südlich von Frankfurt, der Erstreckung eines großen Längen-Thales folgt, welches in der tiefsten Senkung des nördlichen Fußes der nächsten Gebirge liegt. Die Richtung dieses Thales sehen wir SO-lich unverändert fortgesetzt in dem weiten Becken der *Malapane*, und das Ende desselben umschlossen durch die Vereinigung der beiden Schenkel des Kalkgebirges von Tarnowitz und Woschnik in die Hochebene von Polen, von welcher außer der *Malapane*, auch die *Przemsä*, die *Piliza* und die *Wvarthe* herabfließen. Nehmen wir dieses Becken für das wahre geologische Ende des uneigentlich so genannten *Oderthales*, so wird der wasserreiche Bergstrom, welcher mit den Zuflüssen von einem großen Theile des mährisch-schlesischen Gebirges und des nordwestlichen Abfalles der Karpathen erfüllt, bei Ostrau das Gebirge durchbricht (die *Oder*) ein Nebenstrom, obgleich der ansehnlichste, und erreicht erst unterhalb Oppeln das Hauptthal. Gegen NW von Fürstenberg ändert die *Oder* für ihren ganzen fernern Lauf ihre Richtung, ohne daß doch das große Längen-Thal, in welchem sie bis hieher strömte, aufhört. Das Thal der *Schlaube*, mit dem Thalgrund von Mülrose bis Rasmannsdorf, ist die unmittelbare Fortsetzung desselben, in welcher der *Mülroser-Kanal* fortgeleitet ist; die auffallende Biegung der *Spree* bei der Mündung dieses Kanals führt in Hinsicht der *Spree* auf dieselbe Idee, die wir von der *Oder* bis Oppeln gefaßt haben. Von hier an bezeichnet das Bette der *Spree* ununterbrochen die

Richtung des Haupt-Thales bis zu ihrer Mündung in die Havel bei Spandau; von dort aber ist es leicht die unmittelbare Fortsetzung desselben zu verfolgen durch die weiten Seebetten des *Havelländischen*- und des *Linumer Luchs*, welche sich durch den *Rhin* kurz oberhalb *Havelberg* in die Havel ergießen. Das Thal der Havel selbst ist nur eine zufällige Verbindung von Seen, die sich gegenseitig ins Gleichgewicht setzen, die Verkettung einer Reihe von Vertiefungen des Bodens, welche keinem bestimmten Gesetze folgend, wahrscheinlich allein durch locale Vorgänge auf der äußersten Oberfläche des leicht beweglichen aufgeschwemmten Landes zu erklären sind. Unterhalb *Havelberg* nimmt das Bett der *Elbe* unser Haupt-Längen-Thal ein, das nun bis auf unbedeutende Krümmungen ununterbrochen in gleicher Richtung fortgeht, und endlich bei *Hitzacker* den steil-abfallenden Nordrand des Heide-Rückens erreicht, an welchem es in schnurgerader Richtung abschneidend, bis kurz vor *Blekedde* fortläuft. Von dort aus erweitert es sich allmählig zu dem in gleichbleibender Streichungslinie fortsetzenden *Meerbusen von Hamburg*, in welchem Ebbe und Fluth bis *Geflacht*, 3 Meilen unterhalb *Lauenburg*, vordringen. Und so leitet uns denn die Ansicht von der Grundgestalt des Landes dazu, die natürliche Mündung des *Oderthales* nach *Cuxhaven* zu versetzen.

Ob, seitdem die norddeutsche Niederung vom Meere befreit ist, die Oder je diesen Lauf wirklich gehabt habe, möchte schwer zu entscheiden seyn. Das Spreethal von *Fürstenwalde* bis *Spandau* ist keinesweges so groß und weit, daß wir es für das ursprüngliche Bett eines größeren Stromes, als dessen der jetzt

in ihm fließt, ansprechen könnten. So weit indess meine vorläufige Kenntniß des *jetzigen Oderthals* von oberhalb *Frankfurt* bis nach *Küstrin* reicht, ist die Ansicht desselben dem Gedanken eines Durchbruches zuvor verbundener ansehnlicher Hügel-Reihen nicht ungünstig. Erst kurz oberhalb *Küstrin* erweitert es sich, vor dem Eintritt der *Warthe* (welchem Flusse die ursprüngliche Bildung dieses Thaies bis zur Ost-See zukommen würde), zu der weit ausgedehnten *Viefenfläche* des *Oder- und Wartha-Bruchs*. Die Mündung des *Mülroser-Kanals* in die *Spree* steht jetzt 75 Fuß höher als der Spiegel der *Oder* bei *Briefskow*; dieser ansehnliche Unterschied ließe sich indess wohl ohne Schwierigkeit, durch ein allmäliges Tieferlegen des ganzen Bettes der *Oder* nach erfolgtem Durchbruch erklären, welcher in dem beweglichen Grunde des reisenden Stromes notwendig statt finden mußte. Ja vielleicht sind die Inseln *Wollin* und *Usedom* das Werk einer auf solche Weise entstandenen Anschwellung. Denken wir uns nun den Spiegel der *Oder* um etwa 80 Fuß über seinem gegenwärtigen Stand erhöht, ohne ihr deshalb eine vermehrte Wassermasse zu geben, nehmen wir ferner das weite Thal bei *Frankfurt* als geschlossen, und den Rücken der Heide bei *Hitzacker* und *Blekede* mit den Höhen bei *Lübtheen* und *Boitzenburg* als unmittelbar verbunden an; so werden alle Gewässer des schlesischen, so wie des *Lauitzer Gebirges*, sich in einen großen *Binnensee* ergossen haben, dessen südliches Ufer sich ohngefähr mag in der Linie erstreckt haben, von *Leubus* nach dem *Bober* unterhalb *Bunzlau*, von dort nach *Muskau*,

Spremberg, Baruth, Luckenwalde, Treuenbritzen, Belzig, Ziefar, bis an die Elbe bei Parey; indess der nördliche Rand desselben an dem sehr gleichförmigen südlichen Abfalle des Meklenburgischen Landrückens fortgegangen seyn mag, dessen wir weiter unten erwähnen werden. Die vormalige Existenz eines so ausgedehnten Süßwasser - Beckens nachzuweisen, bleibt einer genaueren Forschung des ihm zugeschriebenen Flächenraumes aufbehalten; die große Menge flacher Landseen und mit Torf gefüllter Sümpfe, welche denselben vor seinen Umgebungen auszeichnen, und die auffallend niedrige Lage dieses Landstrichs, mögen hier, im Verein mit den früher angestellten Betrachtungen, diese Voraussetzung rechtfertigen. Lag der niedrigste Theil des Bodens dieser Wassermasse in der Richtung der Längen-Thäler des tief verschütteten Flötzgebirges, so wird es leicht erklärbar, daß auch die Gewässer nach dem Durchbruche bei Frankfurt und bei Blekede in derselben ihren Abzug genommen haben.

Bei Betrachtung der vorhergehenden Verhältnisse haben wir es geflissentlich vermieden, auf den *ursprünglichen Lauf des Elbthales* zurückzukommen, welches sich durch die Richtung, die es von Magdeburg bis Havelberg nimmt, mit dem großen Längen-Thale der Oder verbindet. Wir sehn dieses Thal von seinem Austritt aus *Böhmen* die Gebirgsschichten senkrecht auf ihrer Streichungs-Linie durchschneiden, und erst, nachdem es bei Torgan den letzten Porphyrr-Felsen verlassen hat, unterhalb *Jessen* in die Richtung eines großen Längen-Thales münden, in welchem die *Elster* aus der Gegend von Hoyerswerda herabkommt. Bei *Mag-*

deburg endlich schneidet es nochmals an dem steil in die Tiefe setzenden Rande des Uebergangs - Gebirges und des Rothliegenden ab, und nimmt mit einer plötzlichen Wendung den Charakter eines Queer - Thales an; doch schon bei *Wollmirstädt* beginnt die Fortsetzung des hier unterbrochenen Längen - Thales, durch welche sich die *Ohre* mit sehr unbedeutendem Fall in die Elbe ergießt. Dieser Einschnitt führt uns in das weite fast horizontale Seebecken des *Drömling* und des *Barenbruches*. Die *Aller*, nachdem sie die Gebirge verlassen, mündet hier bei *Oebisfelde* in ein Flußthal, das mit der geringen Wasser - Menge, welche sie führt, in keinem Verhältniß steht, weder hier noch weiterhin, wo es von ihr den Namen trägt. Kein erhöhter Uferrand scheidet von dem Spiegel der *Aller* weder die großen Ebenen, welche sich mit auffallender Gleichförmigkeit, nur durch wenig einzelnstehende Anhöhen unterbrochen, von dem heutigen Lauf dieses Stroms bis an den Rand der südwärts schnell ansteigenden Gebirge ausdehnen, noch den breiten Gurt von Sandflächen und Torfmooren, welcher den südlichen Abfall der Lüneburger Heide gegen das Ende zu begleitet. Die große Verbreitung von *Kreide* und *Mergel*, welche die südlichen und süd-westlichen Umgebungen von Peina bedeckt, und die Masse von *bituminösem Schieferthon*, welche die Weser von Minden bis Petershagen begleitet, zeigen durch ihre geebnete Oberfläche die unleugbarsten Spuren der Wirkung eines lange über ihnen verweilenden Gewässers, und die großen Ablagerungen von *Flußgrund* in Süden von Hannover bei Pattenfen und Sarstedt, begünstigen dieselbe Voraussetzung. Die so gebildete Ebene sehen wir

in Westen von Minden, hart am Rande der Gebirgskette, welche die Weser bei Hausbergen durchbrochen hat, bis an das Thal der *Haase* fortsetzen; von da aus wird sie durch einen sehr scharf hervortretenden Thalrand begrenzt, der von Verden nach Vechte, und dann minder bestimmt mit einem Bogen über Barnstorf nach Bassum in der Gegend zwischen Thedinghausen und Verden an die Weser tritt. In der Gegend von *Verden* erstreckt sich ein breiter Hügelrand aus der Heide bis an das Aller - Thal, und hier verengt sich von Neuem das *große Becken*, welches wir bisher den Gewässern der Elbe, der Aller, der Weser und ihrer Nebenflüsse überlassen sahen. Läßt die Beschaffenheit des Thales der Elbe unterhalb Magdeburg zwischen Rogätz und Tangermünde die Vorstellung eines später erfolgten *Durchbruches* zu, welcher sie veranlaßt das vorgezeichnete Längen - Thal zu verlassen, so wird sich auch hier die Möglichkeit einer Erhöhung ihres Wasserspiegels voraussetzen lassen, durch welchen sie früher mit dem Drömling und seiner Fortsetzung in Verbindung gestanden haben mag. Die *Weser* verändert, wo sie das Aller - Thal erreicht, die bedeutungsvolle Richtung desselben nicht; erst unterhalb *Bremen* endigt es sich, wo es mit den Anschwemmungen des Meeres in Verbindung tritt. Daß in der Gegend von Verden diesen ein zweiter Durchbruch Weg gemacht habe, ist nicht wahrscheinlich, denn es scheint hier der ursprüngliche Durchzug des Bettes eines großen Stromes zu seyn, der sich von der Elbe her hier ergossen hat, und auch die Thäler der *Haase* und *Hunte* sind Entwässerungs - Kanäle des großen Landsees gewesen, dessen Boden auch jetzt noch, nachdem die allmälige Aus-

tiefung der Flußbetten die Höhe des Wasserstandes geändert hat, dem Einflusse stehender Gewässer fast überall bloß gegeben liegt.

Wenn gleich die Umgebungen dieser beiden Haupt-Thaleinschnitte Nord-Deutschlands, nirgends mehr die Regelmäßigkeit in der Form und die bestimmte Beziehung zu den unterliegenden Gebirgsarten so klar und bestimmt zeigen, als im Rücken der Lüneburger Heide, so finden sich doch, besonders in dem Lande das zwischen den beiden Thälern liegt, mehrfache Verhältnisse, welche den erwähnten verglichen werden können.

1. In dem nördlichen Theile der *Altmark*, der nirgends von einem fortlaufenden Landrücken durchschnitten wird *), liegen, etwas abwärts von dem Thal der Elbe, bedeutungsreich für die Nähe des älteren Gypses, die Salzquellen von Salzwedel und von Osterburg; und fast in der Verbindungslinie zwischen Osterburg und Lüneburg sehn wir den *Arendsee*, einen bedeutenden Erdfall von $1\frac{1}{2}$ Meilen Umfang und bis 200 Fuß Tiefe; dessen Einsturz im Jahre 822, und Nachsenkung im Jahre 1685, dort ein mächtiges Flötzgebirge voraussetzen. Die Salzquelle von Selbelang, in Westen von Nauen, liegt selbst im Grunde

*) Für den höchsten Punkt in der Altmark gilt allgemein der ziemlich isolirt stehende *Dolchauer Berg* in SO von Salzwedel. Zunächst nach demselben zeichnen sich besonders die sogenannten *Hallberge*, bei Zichtau, im Gardeleger-Kreise aus. Barometermessungen, im Sommer 1822 angestellt, gaben mir ihre größte Höhe 432,51 par. Fuß über dem Spiegel der Milde an der Brücke bei Calbe. Den nächst erhabensten Punkt, den sogenannten *Stakenberg*, fand ich 379,32 Fuß über demselben Niveau.

des großen Thales, und die Salzquelle von *Salzborn*, zwischen Beeliz und Treuenbriezen, tritt ein wenig an den nördlichen Abfall des Thalrandes hinauf. Am weitesten gegen SO endlich erhebt sich noch einmal der ältere Flötz-Gyps bei *Sperenberg* *), südwestlich von Zossen, und über ihm in S ragt ein steiler Kamm des aufgeschwemmten Landes in dem *Golmberg*, bei *Luckenwalde*, hervor. Dieser Kamm bildet den Theil eines beträchtlichen Landrückens, welcher sich als eine schnell aufsteigende Terrasse in S von Baruth und Treuenbriezen, bis über Belzig hinaus erstreckt, und unter dem Namen des *Fläming* zwischen Treuenbriezen und Wittenberg, mit ansehnlicher Breite und ausgezeichneter Streichungs-Linie von SO nach NW

- *) Diese merkwürdige Vorrangung des älteren Gebirges befindet sich am nördlichen Ufer des *Spernberger Sees*. Sie bildet dort einen steil aufsteigenden Rand, in welchem auf einer Strecke von etwa 1500 Schritt die *Gypsfelsen* 20, 30 bis 70 Fufs hoch hervortreten. Die Gränzen des ganzen Gypsfeldes setzen, wie neuere Bohrversuche erwiesen haben, nach allen vier Seiten plötzlich abbrechend in die Tiefe; selbst im Hangenden ist ein solches fast senkrechtcs Abschneiden mit Sicherheit ausgemittelt worden. Das Gestein dieser Massen ist gelblich und rauchgrau gefärbt, von krySTALLINISCH-großblättrigem Gefüge, und hin und wieder durchsetzen dasselbe wachsgelbe und hellweiße Trümmer von *Fraunfels*. Deutliche Schichtung trennt den Felsen in 10 bis 12 Fufs starke Flötzlagen, welche St. 8, 7 streichen und unter 12° NO fallen. Durch eine große Zahl von fast senkrechten Spalten, welche zum Theil 3 bis 4 Fufs weit aufklaffen, bersten die Schichten nach allen Richtungen in eine Menge sehr oft verworren durcheinander gestürzter kolossaler Blöcke, zwischen welchen sich der Sand und Lehm der Bedeckung mit zum Theil sehr ansehnlichen Granit- und Quarz-Geschieben hineingedrängt haben. Die ausgezeichnete Verbreitung und Größe dieser fremdartigen Ausfällungen, hat lange Zeit zu der irrigen Voraussetzung geleitet, daß dieses Gypsgebirge auf Sand gelagert sey; Bohrversuche, welche im

antritt. Der *Hagelsberg* bei Belzig, einer von den höchsten Punkten desselben, von welchem man die Thürme von Potsdam und den Petersberg bei Halle sehen kann, hat eine Höhe von 723,26 par. Fuß über dem Meer *).

2. Der ziemlich gleichförmig und flach gewölbte *Meklenburgische Landrücken* begleitet in der allgemeinen Streichungslinie den Nordrand des grossen nördlichen Längen-Thals, und er erreicht in Meklenburg selbst, vom Thale der Stecknitz aufsteigend, eine mittlere Höhe von 220 bis 230 par. Fuß. Vom Thale der *Finow* durchschnitten berührt der höchste Theil seiner Oberfläche die Oder in der Gegend von Oderberg. Die grosse Wiesenfläche des *Oderbruchs* nimmt die Stelle seines zerstörten nördlichen Abfalles ein, und der Strom hat sich fast in der

Jahre 1818 unter der Sohle des Steinbruchs 28 Fuß tief im festen Gestein fortgeführt wurden, verbunden mit der Betrachtung, daß derselbe Gyps noch auf dem Grunde des Sperenberger Sees, etwa 20 Fuß tief, angetroffen ward, beweisen das Gegentheil. Bemerken wir gleich hier keine aufliegende Flötzgebirgsart, welche über die Lagerungs-Verhältnisse dieses Gypses entscheidet, so wird doch sein ringsum scharf begränztes Hervortreten aus der Decke des aufgeschwemmten Landes, in Verbindung mit der innern gewaltsamen Zertrümmerung seiner Masse, die Stellung rechtfertigen, welche ich demselben hier beigelegt habe. Die oryktognostische Beschaffenheit desselben widerspricht dieser Voraussetzung durchaus nicht, ja vielleicht ist es einem künftigen Forscher aufbehalten, hier noch Anhydrit und Boracite zu entdecken.

*) Die Bestimmung dieser Höhe beruht auf der Berechnung von 60 Barometer-Beobachtungen, welche ich der gütigen Mittheilung des Herrn Major von Oesfeld verdanke; sie correspondiren in Rücksicht der Zeit genau mit den Beobachtungen des Herrn Dr. Winkler in Halle, und geben dem *Hagelsberg* über dem Observatorium des Letztern (338,77 par. Fuß über dem Meere) eine Höhe von 384,43 par. Fuß.

Richtung des Streichens desselben in ihn eingegraben, so daß sein steil abgerissener Südrand ein ausgezeichnet hügliges Ufer zwischen *Freienwalde* und *Oderberg* bildet. Es erklärt sich aus diesem Verhältniß die sonderbare Erscheinung, daß der Boden auf dem Wege von Berlin zur Oder hin fortwährend ansteigt, bis man ihn unmittelbar am Rande des Flusses plötzlich um die ganze gewonnene Höhe, und vielleicht noch unter das Niveau der Spree, von welchem man ausging, wieder herabfallen sieht *). Der unzerstörte nördliche Abfall dieses Rückens begränzt das weite Längen-Thal, in welchem die *Peene* und die *Trebel* fließen; der untere Theil desselben bildet eine scharf gezeichnete Terrasse auf den Gränzen von Pommern und der Uckermark, welche von *Pasewalk* NW-lich, zwischen Neu-Brandenburg und Friedland, nach Meklenburg fortsetzt.

3. Noch einen *dritten* untergeordneten Parallelzug endlich sehen wir in Norden des *Peene-Thales*, aus dessen steil abfallenden nördlichen Ufern das Meer die Flötzschichten entblößt hat, welche in den *Kreidefelsen* von *Stubbenkammer* und *Arcona*, den Kern des Landes bildend, bis über 200 Fuß hervorragen.

*) Die höchsten Punkte des Oder-Ufers bei *Freyenwalde* liegen daher nicht in einzeln Gipfeln, welche zunächst den Thalrand umgeben, sondern weiter rückwärts am Rande der Ebene. Barometer-Messungen, welche ich gemeinschaftlich mit meinem Freunde Hrn Poggendorf in jener Gegend angestellt habe, ergeben die Höhe dieses Randes zu 300 bis 350 par. Fuß über dem Spiegel der Oder bei Freyenwalde. Einer der höchsten Punkte derselben zwischen *Falkenberg* und dem *Alaunwerke* maß 358,2 F. über dem Bach der Falkenberger Papiermühle, wo er in die Ebene des Oderthales tritt. Rechnet man die Höhe dieses Niveaus nach einem sehr mäßigen Anschlage zu 50 F. über der Ost-See, wobei die Oder einen mittleren Fall von 2,5 Fuß auf die Meile haben würde, und setzt die Meeres-Höhe Berlins vorläufig auf 82 par. Fuß, so findet sich, daß die Ebene von hier bis zum Oderthal mindestens um 300 Fuß ansteigt.

III.

Ueber das beste Zündpulver durch Schlag;

v o n

E. G. WRIGHT in Hereford.

Beim Gebrauch derjenigen Art von Jagdflinten, in welchen das Pulver durch einen Schlag entzündet wird, haben die Freunde der Jagd mit Recht sich darüber beschwert, daß das aus chlorinsaurem Kali (Knallsalz) gemachte Zündpulver, dessen man sich bisher zu diesen Flinten bediente, ein schnelles Oxydiren des Laufs und des Zündlochs veranlasse; und daß es nach dem Abfeuern Schmutz durch die zurückbleibende Kohle hervorbringe. Ich kenne diese Nachtheile aus eigener Erfahrung, sann darauf ihnen abzuhelpen, und bin darin über Erwartung geglückt. Schon vor einigen Jahren hatte ich versucht Schießpulver durch Schlag mittelst Knall-Quecksilber zu entzünden, und bin durch die belehrenden Vorlesungen, welche Herr Murray hier im November 1822 gehalten hat, auf diese Versuche wieder zurück geführt worden. Ich machte mir dieses Präparat, versuchte es mit den kupfernen Zündhütchen (*caps*)^{*)}, und da

*) Eine $2\frac{1}{2}$ '' lange und 2'' weite cylindrische Hülse aus Kupferblech, an deren Boden das Zündkraut fest sitzt, das so noch besser gesichert ist, als in einem mit Wachs gemachtem, locker in der Pfanne liegendem Kügelchen. Das Zündloch dieser Jagdflinten bildet ein der Länge nach in seiner Axe durchbohrtes lothrecht stehendes Stahlstäbchen; auf dieses wird das Zündhütchen mit dem offenen Ende nach unten gesetzt. Beim Schlag der durch die Feder getriebenen ausgehöhlten Pfanne auf das Hütchen, geht der Schuß zuverlässig los, und was nicht zum Zündloch herein dringt, zerreißt das Hütchen seitwärts und nimmt dort seinen Ausweg. *Gilb.*

ich es in jeder Hinsicht dem aus Knallsalz bereiteten vorzuziehen fand, so bediente ich mich desselben den ganzen Winter über zur Jagd.

Die Vorzüge dieses neuen Zündpulvers sind folgende: Es macht nicht so schnell rosten als das aus Knallsalz bereitete; erzeugt weder Staub noch Feuchtigkeit; scheint mir, nach vielen schweren Proben, denen ich es unterworfen habe, zu urtheilen, nicht so leicht als das bisherige zu explodiren; und wirkt, wenn es explodirt, minder zerstörend, da die Kraft desselben sich nicht so weit in die Ferne als die des Pulvers aus Knallsalz erstreckt. Wer daran zweifelt das Knall-Quecksilber Schießpulver entzünden könne, mache nur den Versuch mit einer Flinte die durch Schlag feuert; wird beim Laden der Pfropf so hineingetrieben, das er das Pulver bis zur Berührung mit dem knallenden Präparate bringt; so geht der Schuss beim Losdrücken jedesmal los.

Ich nehme zur Bereitung des Knall-Quecksilbers jedesmal 2 Drachmen Quecksilber, giesse auf sie 6 Drachmen-Maasse reine Salpetersäure, und erhalte die Säure in einem dazu schicklichen Glase über einer Weingeistlampe so lange im Kochen, bis sie alles Quecksilber aufgelöst hat. Wenn sie dann wieder fast ganz abgekühlt ist, giesse ich sie auf ein Unzenmaass Alkohol. Manchmal erfolgt unmittelbar ein Aufbrausen, unter Entweichung von Salpeteräther; gewöhnlich aber mußte ich eine Weingeistlampe zu Hülfe nehmen, und die Säure so lange über ihr erhitzen, bis ein weißer Dampf aufstieg, worauf das Aufbrausen erfolgte. Ich lasse nach Fortnehmen der Lampe dieses Brausen so lange ungestört dauern, bis der fort-

gehende Dunst röthlich wird; dann aber giesse ich Wasser zu, welches das Pulver niederschlägt. Nachdem alles Pulver sich abgesetzt hat, giesse ich die Flüssigkeit ab und aufs neue Wasser darauf, und so mehrmals, bis es von aller Säure möglichst befreit ist. Dann stürze ich alles in ein Filtrum, lasse das Pulver auf dem Papier in einer luftigen Stube trocknen, und hebe es auf in einer mit einem Korke (nicht mit einem Glasstöpsel) verschlossnen Flasche *). Manchmal ist das Pulver ganz weifs, manchmal lichtbraun, das ist aber ohne Einflufs.

Um die aus dünnen Kupferblech bestehenden Hütchen damit zu füllen, bediene ich mich einer elfenbeinernen Nadel, die am einen Ende mit einer kleinen Schaufel, um Knall-Quecksilber aufzunehmen, versehen, und am andern Ende flach abgeschnitten ist, bringe damit nur sehr wenig dieses Zündkrauts in das Hütchen, so dafs es nur eben hinreicht den Boden zu bedecken, tauche das flache Ende der Nadel in eine starke Benzoe-Tinktur, und drücke dasselbe an das Pulver in dem Hütchen an unter sanftem Umdrehen, wodurch das Pulver wie durch einen Firnis in dem Hütchen angeklebt und gegen das Herausfallen gesichert wird. Bei einiger Uebung lassen sich auf diese Art eine grofse Menge Hütchen in kurzer Zeit bereiten; mehrere meiner Jagdfreunde haben solche von mir zubereitete Hülsen mit Knall-Quecksilber, die ich ihnen gab, auf der Jagd versucht, und alle waren darin einstimmig, dafs dieses Zündkraut dem gewöhnlichen aus chlorinsaurem Kali bereiteten vorzuziehen sey **).

*) Die Bereitung mufs unter einem Kamin, oder in einer ganz leeren Stube, oder im Freien geschehn, damit man nichts von der salpetrigen Säure leide. Dafs das Aufbewahren und Aufschütten grofse Vorsicht erheische, ist bekannt. *W.*

**) Das Knall-Quecksilber löst sich auch mit der Benzoe-Tinktur zu einem Teige machen, und dann körnen, zum Behuf der Magazin-Schlösser von Forsyth und anderer Künstler, mufs aber nie mit irgend einem andern Körper vermengt werden. *W.*

IV.

Farben-Erscheinungen, welche Eis mittelst polarisirten Lichtes hervorbringt;

beobachtet vom

Professor W. A. FÖRSTEMANN zu Danzig.

Am letzten Tage des vorigen Jahres bemerkte ich zufällig in Wasser, welches sich durch Abthauen gefrorener Fenster auf einer Fensterbank gesammelt hatte, ein angenehmes Farbenspiel, und sahe bald ein, daß dasselbe durch das noch am Fenster befindliche Eis veranlaßt wurde. Die ausgezeichnete Strenge des Winters gab mir noch oft die Gelegenheit, die Erscheinung zu beobachten und zu untersuchen. Ich erklärte mir dieselbe bald so, daß das Tageslicht wenigstens größtentheils durch Brechung in der Fensterscheibe polarisirt werde, das Eis durchdringe, und dann von dem Wasser unter einem dem Polarisations-Winkel desselben nahen Winkel zurückgeworfen werde, wobei das Eis auf gleiche Weise wirke, wie ein Blättchen Glimmer u. dergl. Da ich nirgends von einer solchen Wirkung des Eises gehört oder gelesen hatte, so glaubte ich, sie sey vielleicht noch nicht beobachtet worden. Mein Bruder, der sich in Bonn den Naturwissenschaften widmet, belehrte mich jedoch, daß schon J. W. Pfaff dasselbe beobachtet und mit folgen-

den Worten beschrieben habe *). „Unter die Kry-
 „stalle, welche die Farbenbilder erzeugen, gehört auch
 „das Eis. Wenigstens sah ich auf eine ausgezeich-
 „nete Weise, als das vom heitern Himmel abstrah-
 „lende Licht durch die mit den blumigen Eiskrystal-
 „len belegte Fensterscheiben fiel, farbiges Spiel, wenn
 „ein zweiter Spiegel zum Ab- oder Durchspiegeln des
 „Bildes angewandt wurde. Die Farbengegensätze tra-
 „ten wieder ein, mit der verschiedenen Stellung des
 „zweiten Spiegels nach den Weltgegenden und der
 „Kry stallfiguration an sich.“ Ich halte es dennoch
 nicht für überflüssig, die Ergebnisse meiner Beobach-
 tungen mittelst dieser mit Recht geschätzten, vielge-
 lesenen Annalen mitzuth eilen, um Physiker auf die
 in der That sehr nette Erscheinung aufmerk samer zu
 machen, als sie es bisher gewesen zu seyn scheinen.

Folgendes ist das Wesentliche, was sich mir ergab:

1) Sehr bequem diente mir zu den Versuchen,
 statt des auf der Fensterbank angesammelten Wassers,
 ein Wasserspiegel, durch Benetzung einer Schiefer-
 tafel hervorgebracht, die ich in verschiedenen Lagen
 an jede beliebige Fensterscheibe halten konnte. Die
 Schwärze der Tafel vertrat die Stelle der schwarzen
 Belegung eines Glas spiegels.

2) Helles Tageslicht eines heitren Himmels wird
 vorausgesetzt. Bei wenigen Wolken sind die Farben

*) In seinem Schriftchen „Das Licht und die Weltgegenden,
 sammt einer Abhandlung über Planeten-Conjunctionen und
 den Stern der drei Weisen. Bamberg 1821.“ Seite 24. F.

schon sehr schwach, bei bedecktem Himmel bemerkte ich die Farben gar nicht.

3) Es muß schon eine dünne äußere Schicht des Eises abgethaut, und dadurch dasselbe durchsichtig geworden seyn.

4) Nur solche Stellen des Eises bringen die Erscheinung hervor, welche vor dem Abthauen eine federbuschartige (blumenartige) Bildung zeigen, und durch eigene KrySTALLISATION aus langen ziemlich parallel aneinander gelegten Eisnadeln zu bestehen scheinen. Nach angefangenem Abthauen unterscheiden sich diese Stellen durch ihre Durchsichtigkeit von den unwirksamen, welche nur schwach durchscheinend sind.

5) Ich hielt den auf der Schiefertafel gebildeten Wasserspiegel so an eine Fensterscheibe, daß Scheibe und Spiegel sich in einer horizontalen Linie berührten, bewegte dann den Spiegel so, daß er verschiedene Neigungswinkel mit dem Fenster machte, und sahe auch unter verschiedenen Neigungen in den Spiegel. Hier erschienen die Farben am lebhaftesten, wenn der nach oben gebildete Neigungswinkel des Spiegels mit dem Fenster zwischen 90° und 110° war, und der Neigungswinkel der aus dem Spiegel zum Auge gehenden Strahlen mit dem Spiegel zwischen 30° und 50° betrug. Diese Schätzungen stimmen mit den bekannten Gesetzen der Polarisation. Der Polarisations - Winkel des Glases ist $= 35^{\circ} 25'$, der des Wassers $= 37^{\circ} 15'$. Hiernach müßte der letzte auf 30° bis 50° geschätzte Winkel $= 37^{\circ} 15'$ gewesen seyn, und der erste Winkel (als dritter eines Dreiecks, in dem ein Winkel $= 37^{\circ} 15'$, der zweite $= 35^{\circ} 25'$ war)

zwischen 90° u. 110° liegende, $107^\circ 20'$ betragen haben. Hier ist aber nicht zu vergessen, daß dieser letzte die stärkste Wirkung gebende Winkel, wohl selten genau diese Größe zu haben brauchte, da die Wirkung auch von der Ausdehnung und Helligkeit derjenigen Stelle des Himmels abhängt, von welcher gerade die wirkfamen Strahlen kommen.

6) Gränzte eine wirkfame Stelle des Eises an eine durch Abthauen schon völlig vom Eise befreite Stelle des Fensters, so zeigte das Eis hier einen farbenlosen Saum; ohne Zweifel, weil es hier schon zu dünn war. Hierauf folgte ein Streifen von unreiner hellbrauner Farbe, auf diese aber folgten lebhaftere, reinere Farben; und zwar ganz gewöhnlich nach schwachem schmalen Violet ein deutliches Blau, welches durch Gelb - Grün in Roth, dieses durch Blau in Grün überging, und dann folgte nicht selten wieder Roth, dann wieder Grün u. s. w. Eine so mannichfaltige Farben-Abwechslung ließ sich freilich nur an einigen Stellen wahrnehmen. Ohne Zweifel hingen diese Farben von der verschiedenen Dicke des Eises ab.

7) Ich schnitt ein wirkfames Eisblättchen aus und entfernte das Eis, welches dasselbe umgab, so daß sich jenes Blättchen an dem Fenster herumdrehen ließ; dadurch wurden Farben-Änderungen hervorgebracht.

8) Ich brachte einen Wasserspiegel in verschiedene Lagen, so daß er die Fensterscheibe nicht in einer horizontalen, sondern in einer schrägen Linie berührte. Auch dieses schien den zu erwartenden Einfluß auf die Farben zu haben, doch ließ sich jene Veränderung der Lage der Schiefertafel nicht weit

treiben, weil dann bald statt des Himmels sich irdische Gegenstände abspiegelten, welche nur zuweilen sehr schwache Farben bemerken ließen.

9) Endlich sahe ich bei unveränderter Lage des Spiegels von verschiedenen Seiten in denselben hinein, so daß die Lichtstrahlen in Ebenen lagen, welche unter schiefen Winkeln gegen die Fensterscheibe geneigt waren. Auch hier erschienen die Farben etwas anders. So bemerkte ich eine Stelle im Eise, welche zuerst, als ich von der rechten Seite her in den Spiegel sahe, jene in 6) erwähnte unreine hellbraune Farbe zeigte; bewegte ich dann den Kopf immer weiter nach der linken Seite hin, so ging diese Farbe in Violet, Blau, Gelbgrün, Roth über. Eine andere Stelle fing unter gleichen Umständen bei Violet an, zeigte dann Blau u. s. w.

Man kann ganz ähnliche Erscheinungen hervorbringen, indem man unter übrigens gleichen Umständen, statt des Eises Glimmerblättchen an die Fensterscheibe hält. Doch erschienen mir dann die Farben lange nicht so lebhaft, wie vermittelt des Eises. Auch hat es mir nicht gelingen wollen, ein Eisblättchen vom Fenster abzunehmen, und etwa in senkrechter Lage gegen den Lichtstrahl zu halten; das Blättchen wird hierbei gar bald zu dünn.

V.

Wiederholung und Erweiterung des Döbereiner'schen Versuchs.

Frei dargestellt von Gilbert.

Meine Leser kennen diesen sehr interessanten Versuch, welchen Hr. Hofrath Döbereiner im Julistücke 1823 dieser Annalen zuerst bekannt gemacht hat *), und der überall, wo er seitdem wiederholt wurde, mit Recht das größte Aufsehn erregt hat. Die HH. Dulong und The-
nard in Paris sind die Ersten, welche ihn zum Gegenstande zusammenhängender, nach einem bestimmten Plane und gewissermaßen vollständig durchgeführter Versuche gemacht haben, um die Naturkraft, welche dabei wirksam ist, wenigstens der Art nach kennen zu lernen. Ihre gemeinsame Arbeit entspricht dem Ruhme, den sie sich längst als ausgezeichnete Experimentatoren erworben hatten, de-

*) „Neu entdeckte merkwürdige Eigenschaft des Snboxyds des Platins, des oxydirten Schwefel-Platins und des metallischen Platinstaubes von Döbereiner“ (*Ann. B. 74 S. 289*) übersetzt in den *Ann. de Chim. et de Phys. Sept.* von Hrn Dr. Liebig. — Die erste Nachricht, welche von dem Döbereiner'schen Versuche in englischen Zeitschriften gegeben wurde, (von Hrn Faraday in der Zeitschrift der Royal Institution in London) lautete: „Ein ganz außerordentlicher Versuch ist von Hrn Döbereiner angestellt worden. Die Nachricht davon ist mir von Hrn Hachette mitgetheilt worden, und da ich ihn richtig

nen eben so viel Mittel zur experimentalen Forschung als Scharfsinn zu Gebot steht. Haben sie gleich ihren Zweck noch nicht erreicht, so sehn wir sie doch schon, nachdem sie so eben die bedeutendere zweite Hälfte ihrer Arbeit in das Publikum gebracht haben, im Besitz so vieler höchst überraschender Resultate, daß ich eile diese meinen Lesern vollständig vorzulegen, die erste Hälfte, in deren Mittheilung mir Andre zuvorgekommen sind, in einer freien Darstellung, die zweite Hälfte aber, welche in Deutschland noch unbekannt ist, nach meiner freien Uebersetzung. Durch den Ueberblick über das Ganze erscheint das Einzelne erst in seinem wahren Werthe und genügend. Es ist mir angenehm, daß ich der Erste seyn kann, der seinen Lesern auf diese Art die bedeutende Arbeit vorlegt, durch welche wir der Natur wiederum eine neue noch nicht beachtete Seite abzugewinnen scheinen; auch schon Hr. Hofr. Döbereiner hatte seine glänzende Entdeckung meinen Annalen zuerst anvertraut. Was mir Hr. Prof. Pleischl in Prag von seinen interessanten Versuchen mit Palladium mitgetheilt, und was Hr. Döbereiner selbst von der Fortsetzung seiner Forschung bekannt gemacht hat, findet sich unter (3) und (4):

Gilbert.

sand, so wird jeder Chemiker erfreut seyn ihn kennen zu lernen. Er besteht darin, daß man gegen fein zertheiltes Platin, wie man es durch Glühen des salzsauren Ammoniak-Platins erhält, einen Strom Wasserstoffgas stoßen läßt; in Folge der Berührung entzündet sich das Wasserstoffgas, und selbst wenn es sich nicht entzündet, bringt es das Platin an Stellen zum Glühen. Ich finde sogar, daß wenn das Wasserstoffgas über Platin in einer Röhre fortgeht, ohne daß man Luft zuläßt, es auf dieselbe Art heiß wird (?) . . .“

*Ueber die Eigenschaft, welche einige Metalle besitzen,
die Verbindung elastischer Flüssigkeiten zu befördern;*

von den HH. Dulong und Thenard,

(vorgeles. in der Parif. Akad. der Wiss. am 15 Septemb. 1823.) *)

Alles was die Verfasser, als sie diese Versuche anstellten, von den Döbereiner'schen Versuchen aus einer sehr ungenauen Nachricht in dem *Journ. des Débats* vom 24ten August, und aus ihnen mitgetheilten Briefen an Hrn Dr. Liebig erfahren hatten, war, daß metallisches Platin im schwammigen Zustande Sauerstoffgas und Wasserstoffgas veranlasse, sich mit einander in der gewöhnlichen Temperatur zu verbinden, unter Entwickeln von so viel Wärme, daß das Metall rothglühend werde. Sie fanden diese überraschende Thatsache vollkommen richtig, und zeigten der Akademie die Erscheinung vor, da sie so äußerst leicht hervorzubringen ist, und nach ihrem Urtheil zu den merkwürdigsten gehört, welche die Physiker kennen gelernt haben.

Sie fanden „die von Hrn Gay-Lussac erfundene Wasserstoffgas-Lampe“ zu diesem Versuch äußerst bequem, wenn man das Electrophor herausgenommen, oder die Leitung zu demselben abgehängt hat **). Legt man das

*) Nach den *Ann. de Chim. et de Phys. Août. 1823.*

**) Dasselbe gilt von jeder andern Art der *electrischen Feuerzeuge*, welche seit der zu Basel im J. 1770 bekannt gemachten Fürstenberg'schen *Brennluft-Lampe*, unter uns von gar mannigfaltiger Gestalt und Einrichtung im Gebrauche sind, und dergleichen auch schon Hr. Döbereiner zu seinem Versuche gebraucht hat (St. 7 S. 275). *Gillb.*

schwammige Platin vor der feinen Mündung der Hahnröhre, aus der das Wasserstoffgas beim Oeffnen des Hahns [aus dieser Lampe entweicht, in eine Entfernung von etwa 2 Centimeter ($\frac{1}{2}$ Zoll) von derselben, so gelangt der Gasstrom mit vieler atmosphärischen Luft vermennt an die Oberfläche des Platin-Schwamms, und nun fängt dieser bald an roth zu glühen und entzündet das Wasserstoffgas, welches eben so fortbrennt als wenn man es durch einen electrischen Funken entzündet hat. In Ermangelung der Wasserstoff-Lampe kann man auch den gewöhnlichen Apparat zum Entbinden von Wasserstoffgas nehmen, wenn man nur dahin sieht, daß das Gas durch eine sehr feine Oeffnung entweicht, damit es sich mit atmosphärischer Luft hinlänglich vermenge.

Nachdem die Verfasser von der Richtigkeit des Döbereiner'scher Versuchs sich überzeugt hatten, erweiterten sie ihn auf mannigfaltige Weise. Sie tauchten ein Stück schwammiges Platin in sogenanntes *Knallgas* (2 Maass Wasserstoffgas und 1 Maass Sauerstoffgas), und was sie vermuthet hatten, geschah: das Gasgemenge kam zum Detoniren. Sind beide Gase nicht nahe in dem Verhältnisse vorhanden, worin sie mit einander Wasser bilden, oder ist zugleich ein unverbrennliches Gas, z. B. Stickgas, gegenwärtig, so verbinden sie sich nur langsam, und dabei erhöht sich die Temperatur nur wenig; doch erscheint auch dann bald an den Wänden des Gefäßes sich condensirendes Wasser.

Durch heftiges *Calciniren* verliert zwar das schwammige Platin die Eigenschaft roth zu glühen, aber nicht die Eigenschaft die beiden Gase langsam zu

vereinigen; nur entsteht dann dabei keine merkbare Temperatur-Erhöhung. Platin, das durch die bekannten chemischen Mittel zu einem sehr *feinen Pulver* gemacht worden, wirkt in minderer Temperatur selbst nicht langsam auf die beiden Gase; eben so wenig thut dieses in minderer Temperatur *Platindraht* oder ein *Platinstab*. Man hätte hieraus vermuthen können, Porosität des Metalls sey eine wesentliche Bedingung des Erfolgs; daß diesem aber nicht so ist, ging aus den folgenden Thatfachen hervor.

Die Verfasser hatten aus Platin so dünne *Blättchen* gebildet, als sich nur mit dem Hammer schlagen ließen. Diese Blättchen wirkten ohne in der Temperatur im mindesten erhöht zu seyn, auf ein Gemenge aus 2 Maafs Wasserstoffgas und 1 Maafs Sauerstoffgas, und zwar um so schneller, je dünner das Blättchen war: ein Paar derselben brachten in wenig Sekunden eine Detonation hervor. Diese Wirkung wird durch die physikalische Bedingung noch sonderbarer, unter der sie einzig und allein erfolgt. Wenn nämlich ein dünnes glattes Platinblättchen in Knallgas hängt, so zeigt sich selbst nach mehreren Tagen keine Wirkung, gleich viel das Blättchen mag ganz frei hängen oder um einen Glasstab gerollt seyn; bringt man aber dasselbe Blättchen zusammen gekrumpelt hinein, so wirkt es augenblicklich und bringt das Gas zum Detoniren.

Es lassen sich indessen auch gerollte glatte Blättchen, Drähte, Pulver und dicke Stäbe von Platin, welche in der gewöhnlichen Temperatur unwirksam sind, zur Wirksamkeit bringen, zwar nicht so weit, daß sie eine Detonation, wohl aber daß sie eine langsame Er-

zeugung von Wasser hervorbringen. Zu dem Ende braucht man nur die Temperatur des Metalls auf 200 bis 300° C. (160° bis 240° R.) zu *erhöhen*; und zwar je dicker es ist, desto mehr.

Das Platin ist, wie die Verff. gefunden haben, nicht das einzige Metall, welches die neu entdeckte Eigenschaft besitzt. Sie versuchten von den andern Metallen zuerst in dieser Hinsicht das *Palladium*, wozu die Vermuthung sie veranlafte, dafs die hier in Rede stehende Erscheinung, auf derselben Urfach als die merkwürdige Thatfache beruhe, welche Sir Humphry Davy bei den Untersuchungen die er zum Behuf seiner Sicherungs-Lampen anstellte, entdeckt hat, dafs nämlich Platin-Draht u. eben so auch Palladium-Draht, die man in ein detonirbares Gasgemenge taucht ohne ihre Temperatur erhöht zu haben, darin rothglühend werden. Hrn Theuard war von dem Dr. Wollaston ein Stück Palladium zum Geschenk gemacht worden, daher an der Reinheit desselben kein Zweifel seyn konnte; dennoch war es zu spröde um sich zu sehr dünnen Blättchen schlagen zu lassen. Diesem Umstande mochte es zuzuschreiben seyn, dafs es in niederer Temperatur nicht wirkte; in erhöhter Temperatur war es dagegen zum wenigsten eben so wirksam als Platin von gleicher Dicke. — Da *Rhodium* ein sprödes Metall ist, liefs es sich noch weniger zu Blättchen schlagen, dessen ungeachtet veranlafte es bei den Versuchen, welche die HH. Dulong und Thenard damit anstellten, wenn es bis 240° C. erhitzt war, die Erzeugung von Wasser aus den beiden Gasen *).

*) Nach einer später zugefügten Anmerkung, und dem was

Gold und *Silber* wirkten auf ähnliche Weise (selbst in dünnen Blättchen) nur wenn ihre Temperatur erhöht war, jedoch noch unterhalb des Siedepunkts des Quecksilbers. Dabei wirkt Silber schwächer als Gold; eine Goldstange schwieriger als Goldblatt; und eine dicke Silberstange so schwach, daß es die Frage blieb, ob sie überhaupt wirke.

Auch mit *Gemischen* aus *zwei andern Gasarten* haben die Verfasser Versuche gemacht, um zu prüfen, ob sich durch dasselbe Verfahren nicht auch andre Verbindungen als Wasser bewerkstelligen ließen. Sie fanden daß schwammiges Platin schon in niederer Temperatur *gasförmiges Kohlenstoffoxyd* und *Sauerstoffgas* bestimmt sich mit einander langsam zu vereinigen. Auf *Oel-bildendes Gas* und *Sauerstoffgas*, in dem Verhältnisse worin sie Wasser und Kohlen Säure bilden können gemischt, wirkt aber Platin erst wenn es bis über 300° C. hinaus erhitzt ist, in welchem Fall diese Verwandlung vollständig vor sich geht. Platin-*Blättchen* vermochten selbst die erste dieser Wirkungen nur in derselben erhöhten Temperatur, und *Gold-Blättchen* diese Wirkung erst dann hervorzubringen, wenn sie der Hitze des siedenden

Herr Thenard am 22ten September der Akademie mündlich mittheilte, hatten sie sich bis dahin überzeugt, „daß eine *schwammige* Masse von *Palladium* das Wasserstoffgas eben so gut als der Platinschwamm zu entzünden vermag; daß schwammiges *Iridium* bei derselben Behandlung sehr heiss wird und die Wasser-Erzeugung bewirkt; und daß drittens *Kobalt* und *Nickel* in Masse, wenn sie bis 300° C. erhitzt worden, die Verbindung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Wasser hervorbringen.“ *Gilb.*

Quecksilbers [350°C.] ganz nahe gebracht waren. — Eine Mischung von *Salpetergas* und *Wasserstoffgas* verwandelt sich durch Einfluß *schwammigen Platins* von niederer Temperatur in Wasser und in Ammoniak, auch wirkt Platin-Schwamm in niederer Temperatur auf eine Mischung von *oxydirtem Stickgas* und von *Wasserstoffgas*.

Schon vor langer Zeit sind von Hrn Thenard Beobachtungen bekannt gemacht worden, aus denen erhellt, daß Eisen, Kupfer, Silber, Gold und Platin die Eigenschaft besitzen in einer erhöhten Temperatur *Ammoniakgas* zu zersetzen, ohne aus diesem Gas das mindeste einzuschlüpfen; diese Eigenschaft schien unerschöpflich zu seyn, und von diesen Metallen, bei gleichen Oberflächen, in einer der hier angegebenen Ordnung gemässen Stärke ausgeübt zu werden, vom Eisen am mächtigsten. Es reichten 154 Gran Eisendraht hin, einen 8 bis 10 Stunden lang fortdauernd sehr schnell entwickelten Strom von Ammoniakgas zu zersetzen, in einer Temperatur, welche geringer war als die, in der das Ammoniakgas für sich völlig unzersetzt bleibt. Von Platindraht bedurfte es der 3-fachen Menge als von Eisendraht um dieselbe Wirkung hervorzubringen, selbst wenn die Temperatur beim Platin höher war,

„Vielleicht, bemerken die Verff., hängt das merkwürdige Resultat dieser Versuche von derselben Ursache ab, welche den Gold- und Silber-Blättchen bei 300° C., und Platin in Masse bei 270° C. Hitze, schwammigem Platin aber in der gewöhnlichen Temperatur das Vermögen mittheilt die Verbindung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zu Wasser zu bewirken. Da sich

nun zeigt, daß Eisen, welches das Ammoniakgas so schnell zersetzt, das Verbinden von Sauerstoff und Wasserstoff gar nicht oder nur höchst wenig befördert; und daß umgekehrt das für letztere Wirkung so kräftige Platin das Ammoniak kaum zu zersetzen vermag; — so scheint es, als hätten einige Gase ein Bestreben sich zu vereinigen, andre sich zu trennen unter dem Einflusse der Metalle, und als sey dieses nach der Natur der Metalle verschieden, so daß die, welche eine Wirkung am vollkommensten hervorbringen, die andre nur schwach oder gar nicht zu erzeugen vermögen.“

„Aller Vermuthungen über diese sonderbaren Erscheinungen enthalten wir uns, bevor wir nicht die Versuche werden zu Ende gebracht haben, welche von uns zur Prüfung dieser Meinungen unternommen worden sind.“

2.

Neue Beobachtungen über die Eigenthümlichkeit gewisser Körper die Verbindung elastischer Flüssigkeiten unter einander zu befördern;

von den HH. Dulong und Thenard.

(Vorgeles. in der Akad. der Wissensch. am 3 Novemb. 1823.)

Frei übersetzt von Gilbert *).

Seitdem wir unsere erste Nachricht vorgelesen haben, ist Hrn Döbereiner's eigener Aufsatz über die von

*) Nach der HH. Gay-Lussac und Arago Ann. de Ch. et de Phys.
Ein Auszug stand im Moniteur. G.

ihm entdeckte Erscheinung nach Frankreich gekommen *). Dieser Aufsatz enthält keine bestimmte Theorie; wir haben daher unsere Untersuchungen fortgesetzt, in der Hoffnung daß es uns glücken werde aufzufinden, welcher Gattung von Kräften diese sonderbare Erscheinung zuzuschreiben sey. Die Resultate dieser neuen Versuche sey es uns erlaubt der Akademie jetzt vorzutragen.

Als wir über unsere ersten Versuche berichteten, kannten wir kein anderes Metall als das *Platin*, welches auf das Knallgas stark genug wirkt, um sich von der *gewöhnlichen* Temperatur der Atmosphäre ab bis zum Glühen darin zu erhitzen. Jetzt wissen wir, daß sich auf dieselbe Weise verhalten: *Palladium*, *Rhodium* und *Iridium*; auch *Osmium*, doch nur wenn es bis 40° oder 50° C. erwärmt ist. Schwammiger *Nickel* wirkt ebenfalls in der gewöhnlichen Temperatur, aber nur sehr langsam; Hr. Döbereiner hatte schon vor uns die Wirksamkeit von staubförmigem Nickel wahrgenommen.

Dieses sind die einzigen Körper, die uns bis jetzt in der gewöhnlichen Temperatur eine wahrnehmbare Wirkung gezeigt haben. In mehr oder weniger *erhöhter* Temperatur, (die jedoch nie bis zum Siedepunkte des Quecksilbers stieg), fanden wir dagegen *alle Metalle* wirksam, mehr oder weniger. Es ist jedoch sehr schwierig ihre Kraft in dieser Hinsicht genau zu vergleichen, da die Größe der Oberfläche, die Dicke und selbst die Configuration der Stücke auf die-

*) Siehe oben S. 81. Anm.

selbe Einfluß haben. So z. B. wirken *Goldbleche* erst in einer Hitze von 280° C., *Goldblättchen* in einer Temperatur von 260° C., *feiner Goldstaub* aber schon in einer Temperatur von 120° C.

Es besitzen diese Eigenschaft auch noch andere Körper als die Metalle. In erhöhten Temperaturen die nicht bis 550° C. [den Siedepunkt des Quecksilbers] hinauf gehen, bestimmen *Kohle*, *Bimsstein*, *Porzellan*, *Glas* und *Bergkry stall* das Sauerstoffgas und Wasserstoffgas sich mit einander zu vereinigen. Unter den Salzen äußert der *Flussspath* nur eine kaum wahrzunehmende Wirkung, welche wohl von den fremden Körpern herrühren könnte, von denen er selten ganz rein ist. *Weißer Marmor* scheint unter der angegebenen Temperatur-Grenze gar nicht zu wirken.

Dass die *Configuration* der festen Körper auf ihre Wirksamkeit wesentlichen Einfluß hat, davon gaben uns *eckige* und *abgerundete Glasstücke* von nahe gleicher Oberfläche den Beweis; denn die ersteren veranlaßten in derselben Zeit die Erzeugung von fast einer doppelt so großen Menge von Wasser als die letzteren. — Schon Sir H. Davy hatte ein langsames Verbrennen des Wasserstoffgas, so wie des Kohlen-Wasserstoffgas wahrgenommen, obschon nur in Temperaturen über dem Siedepunkte des Quecksilbers; er hielt dasselbe für das alleinige Resultat der gegenseitigen Wirkung der gemengten elastischen Flüssigkeiten auf einander, ohne auf die Natur der Gefäße zu sehen, in denen sie enthalten waren. Unsere Beobachtungen lehren aber, daß die Verbindung bei jeder verschiedenen festen Substanz, welche mit dem verbrennlichen Gasgemenge in Berührung ist, in einer verschiedenen

Temperatur vor sich geht. Die tropfbaren Flüssigkeiten scheinen an dieser Eigenschaft nicht Antheil zu haben; wenigstens äußerte kochendes oder bis nahe am Kochen erhitztes *Quecksilber*, binnen 6 Stunden keine meßbare Wirkung.

Bis hierher zeigte sich in diesen Phänomenen eine den mehrsten festen Körpern, (Metallen wie andern, und einfachen wie zusammengesetzten), gemeinschaftlich zukommende Eigenschaft. Nun aber wurden wir auf Thatfachen geführt, welche beweisen, daß den in der gewöhnlichen Temperatur wirkamen Metallen, diese Eigenschaft *keineswegs inhärent* ist, daß sie sich vielmehr ihnen benehmen und wieder geben läßt, so oft man will; indess uns dagegen bis jetzt noch nichts den Beweis gegeben hat, daß in den nur in erhöhten Temperaturen wirkamen Metallen durch die nämlichen Ursachen ein solcher Wechsel in Beziehung auf die angeführte Eigenschaft hervorgebracht werden könne. Wir haben die mehrsten der hierher gehörenden Versuche, von denen wir jetzt in der Kürze Nachricht geben wollen, mit *Platin* in fünf verschiedenen Gestalten angestellt, nämlich mit Platin in dünnem Draht, in Feilspähnen, in dünnen Blättchen, als Schwamm und als unfühlbarer Staub.

Der *Platindraht*, dessen wir uns bedienten, war $\frac{1}{8}$ Millimeter ($\frac{1}{2}$ Linie) dick, und wir bildeten daraus in allen Versuchen Bündel oder Strähne von ungefähr hundert Umgängen, um das zu schnelle Erkalten zu vermeiden. Neuer (eben erst gefertigter) Platindraht, der die Temperatur der Atmosphäre hat, erhitzt sich nicht in einem Strome von Wasserstoffgas der durch die Luft geht; er muß wenigstens bis 300° C. erhitzt

seyn wenn er die Verbindung der beiden Gasarten bewirken und die ihm ertheilte Temperatur noch erhöhen soll; dieses ist der alte Versuch des Hrn Davy.

Wenn dagegen derselbe Draht mehrmals abwechselnd bis zum Röthglühn erhitzt und dann wieder kalt geworden ist, so fängt er schon zu wirken an, wenn man ihn bis 50° oder 60° C. erwärmt. — Taucht man ihn ferner einige Minuten lang in kalte oder heiße Salpetersäure, wäscht dann die Säure ab, und trocknet ihn in einer Wärme von 200° C., so erhitzt er sich in einem Strom von Wasserstoffgas schon wenn er die gewöhnliche Temperatur hat, und ist es ein schneller Gasstrom, so kömmt er darin bis zum Glühen. Dieselbe Wirkung bringen in dem Platindrahte concentrirte Schwefelsäure und Salzsäure hervor, jedoch, besonders die letztere, auf eine minder ausgezeichnete Weise. Diese Eigenschaft erhält sich indess in dem Drahte nur eine kurze Zeit lang; und zwar in freier Luft nur einige Stunden lang; dagegen wenn man den Draht in einem Gefäße verschlossen erhält über 24 Stunden lang, wobei die Natur oder die electriche Isolirung des Gefäßes auf diese Dauer keinen Einfluß zu haben scheint; dieselbe Eigenschaft verschwindet endlich in ungefähr 5 Minuten, wenn man den Draht mittelst einer Siegelack-Stange isolirt in eine geringe Menge gleichfalls isolirtes Quecksilber taucht; und eben so schnell verliert sie sich in einem raschen Strome trockner Luft, sey es atmosphärischer Luft, oder von Sauerstoffgas, Wasserstoffgas oder kohlensaurem Gas. Dagegen benehmen weder Kali, noch Natron, noch Ammoniak dem Drahte die ihm in der Berührung mit Salpetersäure ertheilte Eigenschaft;

vielmehr scheinen die beiden ersteren sie wieder anzufachen in einem Drahte, dem man sie schon mehrmals durch dieses Verfahren mitgetheilt hat.

Platin-Feilspähne, die mit einer Feile von mittlerer Gröfse gemacht sind, besitzen die erwähnte Eigenschaft unmittelbar nachdem sie gebildet worden sind, und behalten sie unter abnehmender Stärke 1 oder 2 Stunden lang. Nachdem sie dieselbe völlig verloren haben, braucht man die Feilspähne nur zu glühen, so befinden sie sich nach dem Erkalten wieder in dem Besitze dieser Eigenschaft. In einem höheren Grade erlangen sie sie wieder durch Berührung mit Salpetersäure oder Salzsäure. In einem eingeschlossnen Luft-räume behalten die Feilspähne diese Eigenschaft mehrere Tage lang; und die Resultate sind gleich, die Platin-Feilspähne mögen auf einer isolirenden Unterlage liegen oder nicht. Das Blasen von Luft auf sie bringt dieselbe Wirkung als auf Platindraht hervor, doch minder schnell. In Wasser gemachte Platin-Feilspähne sind in der gewöhnlichen Temperatur unwirksam.

Bei allen diesen Versuchen begnügten wir uns die Erhöhung der Temperatur des Metalls so weit zu treiben, bis wir es nicht mehr mit den Fingern halten konnten. Dafs die Erhitzung von der Verbindung herrührte, in welcher der Sauerstoff der atmosphärischen Luft mit dem Wasserstoff des Gasstroms trat, daran liefs sich zwar nach allen unsern Versuchen auf keine Weise zweifeln, doch haben wir zum Ueberflufs noch unmittelbar nachgewiesen, dafs sich in ihnen Wasser bildet. In einem detonirenden Gasgemenge [Knallgas] bringen Platindraht oder Platin-Feilspähne manchmal ein sehr schnelles Verschlucken

hervor, und würde der Versuch in dem Augenblicke angestellt, wenn die Eigenschaft im größten Grade der Stärke in ihnen vorhanden ist, so käme es gewiß zum Explodiren; denn wenn man in diesem Zeitpunkte auf die Feilspähne einen Strom Wasserstoffgas durch einen Druck von 1 oder 2 Decimeter ($3\frac{1}{2}$ Zoll bis 7 Zoll) Wassenhöhe treibt, so werden die Feilspähne glühend und entflammen das Gas, wie in dem Versuche des Hrn Döbereiner.

Was die *Platin-Blättchen* betrifft, so wird man sich aus unserm ersten Berichte erinnern, daß sie in der gewöhnlichen Temperatur glatt und entfaltet nicht wirken, sondern nur wenn sie zusammen gekrumpelt sind, wie ein Papierpfropf beim Laden. Wir suchten damals den Grund davon in der Gestalts-Verschiedenheit, haben aber seitdem gefunden, daß die Ursache eine andre ist. Gleich den Platin-Feilspähnen besitzen auch die Platin-Blättchen unmittelbar nachdem sie gemacht worden, die Eigenschaft auf das Knallgas in niederer Temperatur zu wirken, verlieren aber an der Luft diese Eigenschaft völlig schon in einigen Minuten. Durch Glühen in einem verschlossenen Platintiegel läßt sich dem Platin-Blättchen diese Eigenschaft wieder geben, und zwar noch in größerer Stärke; und erhält man es dann in einem Gefäße verschlossen, so behält es seine ganze Kraft unvermindert volle 24 Stunden lang, so daß, wenn man es nach diesem Zeitraume in Knallgas taucht, fast immer eine Detonation erfolgt. An der Luft dagegen verlieret es diese Kraft vollständig schon innerhalb der kurzen Zeit, welche man nöthig hat, um die Platten aus demselben fortzuschaffen; denn nicht bloß das so entfaltete Platin-

Blättchen wirkt nicht mehr, sondern auch dasselbe Blättchen wenn man es aufs neue zusammen krummelt ist ohne Wirkung.

Ganz gleiche Thatfachen haben wir beobachtet an *Palladium - Blättchen* und an *Feilspähnen* von *Palladium*.

Das *schwammige Platin* erlangt die Eigenschaft, welche Hr. Döbereiner in demselben entdeckt hat, wahrscheinlich entweder durch die Berührung mit der Salzsäure, die beim Calciniren ausgetrieben wird, oder durch das Glühen während der Bereitung. Ueberdem wird durch die schwammige Structur die Berührung mit der Luft sehr erschwert; daher dem Platin in dieser Gestalt die in Rede stehende Eigenschaft viel schwieriger als in den andern Zuständen entzogen wird, und wenn sie durch ein mehrtägiges Aussetzen an der Luft endlich verloren gegangen ist, sich sogleich dem Platin-Schwamm durch Glühen, oder durch Eintauchen in Salpetersäure wieder geben läßt. Feuchte Luft entzieht diese sonderbare Eigenschaft dem Platin-Schwamm nicht schneller als trockne; selbst Einschlürfen von Wasser oder Durchsteigen von Dampf kochenden Wassers schwächt sie in dem schwammigen Platin nicht merklich; und hat dieses sie durch Salpetersäure wieder erlangt, so machen weder Ammoniak noch Kali sie verschwinden.

Durch Glühen des salzsauren Ammoniak-Platins dargestellter *Platin - Staub* (der also mit Kochsalz gemengt ist), giebt die nämlichen Erscheinungen als das schwammige Platin; und in der That ist er blos sehr fein zertheilter Platin-Schwamm. Durch *Zink* aus einer Platin-Auflösung niedergeschlagener Platin-Staub,

schien uns seine Eigenschaft noch halsstarrer zurück zu behalten, als gleich feiner auf irgend eine andre Weise aus dem Platin gemachter Staub. Wir beschäftigen uns jetzt auszumitteln, ob nicht diese Bearbeitungs-Art auch bei andern Metallen einen ähnlichen Einfluß äußere *).

Die vorstehenden Beobachtungen lehren uns eine Wirkungsart kennen, welche sich bis jetzt noch auf keine bekannte Theorie zurückführen läßt. Wir sehen daß eine große Menge fester Körper die Verbindung gemengter Gasarten durch ihre Berührung mit denselben befördern, bei Temperaturen, die nach der Natur derselben verschieden sind. Die Stärke dieser Wirkung scheint in einiger Beziehung mit dem Sättigungs-Zustande (*l'état de saturation*) der festen Körper zu stehen. Einige dieser Körper erlangen noch außer dieser Eigenschaft, unter dem Einflusse gewisser Wirkungsmitel eine ähnliche doch viel stärker ausgesprochene Kraft, und diese Kraft ist (was vorzügliche Bemerkung verdient) vorübergehend, wie es die mehrsten electricischen Wirkungen sind. Man kann sich leicht denken, daß wir vom Anbeginne unserer Untersuchungen an, die Electricität im Auge gehabt und unsere Versuche so angeordnet haben, daß sich

*) In der That haben wir schon gefunden, daß durch Zink niedergeschlagenes und in niederer Temperatur getrocknetes *staubförmiges Gold*, die Verbindung der beiden Gasarten schon bestimmt bei einer Erwärmung bis 120° C., und wenn es zuvor geglüht worden, bei einer Erwärmung bis 55° C. Auf ähnliche Weise bereitetes *staubförmiges Silber* wirkt auch schon bei einer Erwärmung bis 150° C.

in ihnen der Antheil ergeben sollte, welchen die Electricität an diesen Erscheinungen haben möchte; wir müssen indess bekennen, daß wir bis jetzt die meisten der Wirkungen, die wir beobachtet haben, nicht aus der Annahme zu erklären vermögen, daß sie blos electrischen Ursprungs seyen.

3.

*Ueber das Entglühen des Palladiums im
Hydrogenstrome;*

vom Professor Adolph Pleischl in Prag.

Gleich bei der ersten Nachricht von Döbereiner's wichtiger Entdeckung vermuthete ich, daß auch andere Metalle ein dem Platin ähnliches Verhalten im Hydrogenstrome zeigen würden, vorzüglich das Palladium, welches als schlechter Wärme-Leiter nach Wollaston's und Davy's Versuchen dem Platin so nahe steht. Lange bemühte ich mich vergebens, diese Voraussetzung zu rechtfertigen, endlich gelang es mir auf folgende Art:

Ich nahm Palladium, welches ich durch Ausglühen des Palladium-Cyanide (Kyan-Palladiums) *) er-

*) Ich spreche und schreibe *Kyanogen*, *Kyanid*, *Hydro-Kyansäure* nach der Abstammung von dem griechischen *κυανος*. Pleischl. [Hr. Gay-Lussac hat bekanntlich die Namen *Cyanogène*, *acide cyanique*, *acide hydrocyanique* etc. nach der deutschen Benennung *Blausäure* gemacht. Diesem zu Folge habe ich in meiner freien Uebersetzung seiner großen Arbeit über die Blausäure in B. 58, Jg. 1816 dies. Annal., den neuen Körper im Deutschen *Blaustoff* genannt, und mich der Namen *Blaustoffsäure*, *Blaustoff-Was-*

halten, und das schon einige Mal gedient hatte um die schöne grüne Farbe zu zeigen, die ein brennender Hydrogenstrom annimmt, wenn man es in denselben hält. Anfangs gelang es mir nur es durch den Hydrogenstrom bedeutend zu erhitzen ohne daß es entglühte: jetzt aber wird dieses Palladium durch ihn in den glühenden Zustand versetzt, wie das Platinpulver, nur nicht so schnell und bei weitem nicht so lebhaft, und erst nachdem das Gläschen, in welchem das Palladium dem Hydrogenstrom ausgesetzt wird, sich so stark erhitzt hat, daß man sich die Finger daran verbrennen kann, welches ich beim Platin bisher niemals beobachtete.

Damit auch Andern dieser Versuch leicht gelinge, muß ich bemerken, daß ich nur die etwas größern Stückchen des Palladiums, und vorzüglich die vielfach zerklüfteten, aber noch zusammenhaltenden in das Glühen kommen sah. Kleine unzusammenhängende Stäubchen fein zertheilten Palladiums erhitzen sich

serstoffflure (die gemeine Blausäure) und Blausstoff-Verbindungen (hier *Blausstoff-Palladium*) etc. bedient, ganz in der Analogie mit meiner deutschen chemischen Sprache, welche jetzt größtentheils von den Chemikern befolgt wird, die endlich fühlen, wie buntscheckig und widrig des Uebertragen der griechisch-französischen Nomenklatur in das Deutsche ihre chemische Sprache gemacht hatte. Ich hoffe um so mehr sie werden mit der Zeit auch bei diesem Namen meinem Beispiele folgen, da es in der That sonderbar seyn würde, Worte, die in der griechisirenden französischen Nomenklatur *nach dem Deutschen* gemacht sind, in die deutsche chemische Sprache aufzunehmen und die aus dem Deutschen stammenden Namen, deren Stellvertreter jene seyn sollen, aus derselben zu verbannen. *Gilb.*

zwar sehr stark, ich sah sie aber erst lange nach den erwähnten grösseren Stückchen ins Glühen kommen, daher es mir schien als würden sie nur durch die unmittelbare Berührung mit den grösseren glühend. Ein stark zerklüftetes Palladium-Stückchen in einer Vertiefung auf einer Kohle in den Hydrogenstrom gebracht, entglühete nicht bis ich das Kohlenstückchen in eine mit ihrer Mündung aufwärts gekehrte Glasglocke legte, dann aber bald und heftig; das Palladium-Klumpchen wurde weiss glühend, und entzündete das Hydrogen mit einem bedeutenden Knall. Auf diese Weise gelingt der Versuch viel leichter, und der Erfolg, das Entglühen, ist viel ausgezeichnet, indem hierbei das Gas zusammen gehalten, vielleicht auch etwas zusammen gedrückt wird. Man muss darauf sehen, dass der Hydrogenstrom auf das Palladiumklumpchen senkrecht gerichtet werde; daher es gerathen ist, mehrere Klumpchen neben einander auf die Kohle hinzulegen.

Mit dem *Palladium-Papier* ist mir der Versuch bisher noch nicht vollständig gelungen, so glänzend ihn auch das *Platin-Papier* zeigt. Um diese Papiere darzustellen, tränkt man feines Filtrir-Papier mit einer salzsauren Auflösung dieser Metalle und trocknet es, und wiederholt dieses mehrmals bis das Papier steif ist, worauf man es entzündet und glüht um die organischen Papierfasern gänzlich zu zerstören. Man erhält auf diese Weise das Palladium und das Platin in so fein zertheilten Zuständen, dass ein heftiger Hydrogenstrom sie verweht. Das auf diese Weise bereitete *Platin-Papier* zeigt die Döbereiner'sche Entdeckung noch in einer weit herrlicheren und überraschenderen

Schnelligkeit, als das Platin-Pulver: denn es entglüht im strengsten Sinne des Wortes augenblicklich, so wie es vom Hydrogenstrome getroffen wird, und entzündet ihn nach wenigen Secunden mit einem Knall; oft, ja meistens, erfolgt die Entzündung schon bei dem ersten Zusammentreffen.

Dafs ich, als ich die Versuche über das Entglühen des Palladiums im Hydrogenstrome anstellte, keine Kenntniß von den Versuchen der HH. Dulong und Thenard hatte, werden die Leser mir leicht glauben. Ich lernte diese erst am 11ten Januar 1824 kennen, während mein zweiter Nachtrag zu der Abhandlung über Döbereiner's neues Feuerprincip, in dem ich die Umstände näher anführte, unter welchen das Palladium im Hydrogenstrome entglüht, schon am 24ten November 1823 an Hrn Prof. Schweigger abgefendet wurde *).

*) Ich bin bei dieser Gelegenheit wieder auf die Versuche mit dem Glühlämpchen gekommen, die in naher Beziehung mit dem hier erwähnten stehen. Ich habe *Nickeldraht* in Alkohol- oder Aether-Dämpfen einige Male 2 Stunden ununterbrochen glühend erhalten; allein länger nicht bei aller angewendeten Mühe und Abänderung. Eben so wenig gelang es mir *Stahldraht* länger als 1½ Stunde ununterbrochen im Glühen zu erhalten, ich mochte dünne oder dickere Klaviersaiten anwenden. Ihn wie *Chladni* (Gilbert's Annal. B. 61 S. 347 und B. 75 S. 98) mehrere Tage hindurch glühend zu erhalten, war ich nicht im Stande. *Messingdraht* glüht gar nicht fort; mehrmals glühend gemacht wird er roth, indem das Zink verbrennt, und das Kupfer dann in seiner ursprünglichen Farbe erscheint. *Davy* sah das *Palladium* wie das Platin in Weingeist- und Aether-Dämpfen fortglühen (Gilb. Ann. B. 56 S. 249), dazu fehlte mir aber Palladiumdraht. *Pl.*

*Noch Einiges von Hrn Döbereiner,
und aus England.*

Hr. Prof. Döbereiner hat die im Julistück dieser Annalen (B. 74 S. 264 f.) von ihm bekannt gemachte Nachricht von seiner merkwürdigen Entdeckung, zu einer kleinen Schrift, unterzeichnet Jena den 13ten October 1823 erweitert *), aus der ich hier Einiges nachtrage. Schwammiger Platinstaub hatte in einer Mischung aus 95 Maass Wasserstoffgas und 5 M. atmosphärische Luft, nach wenig Minuten eine Verminderung bewirkt, die nach $\frac{1}{4}$ Stunde genau 3 M. betrug, also die Anwesenheit von 1 Procent Sauerstoffgas sehr richtig nachgewiesen. Er eignet sich daher zum Gebrauche in dem Wasserstoffgas-Eudiometer statt der künstlichen Electricität, wobei das Verpuffungs-Gefäß unnöthig wird, und man keines Zusatzes von Sauerstoffgas bei Gasgemischen bedarf, die dessen so wenig enthalten, daß electriche Entladungsschläge kein Verbrennen darin hervorbringen; wodurch dieses Eudiometer allerdings sehr vereinfacht wird. Zu diesem eudiometrischen Gebrauche formt Hr. Döbereiner aus dem durch Glühen des Platin-Salmiak erhaltenen metallischen Platinstaube, mit etwas Thon und Wasser, kleine Kugeln von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien Durchmesser, und giebt ihnen Festigkeit durch Glühen vor dem Löthrohr. Werden sie an einem 15 bis 20 Zoll langen Platindraht befestigt, so

*) Die neuesten und wichtigsten phys. chemischen Entdeckungen von Döbereiner. Jena 1823. 4. 19 S.

lassen sie sich leicht durch das sperrende Quecksilber in das zu zerlegende Gasgemisch bringen, und nach vollendeter Wirkung aus der Eudiometer-Röhre wieder zurückziehen. Eine solche Kugel reicht hin mehrere Kubikzoll Knallgas zu verdichten, und ist dazu immerfort dienlich, wenn man sie nach jedem Gebrauche trocknet *).

Ein solches Kügelchen, das an seinem Platindrath mitten in ein kleines Glas mit atmosphärischem Knallgas [5 Maafs atmosph. Luft und 2 M. Wasserstoffgas] gesenkt wird, wird sehr bald rothglühend, wobei das Knallgas *ohne* Verpuffung verbrennt; in reinem Knallgas [1 M. Sauerstoffgas und 2 M. Wasserstoffgas] kömmt sie aber bis zum Weissglühen, und in demselben Augenblicke verpufft das Gasgemisch mit starkem Knall. Derselbe Erfolg wird wiederholt erhalten, wenn das Kügelchen in einem luftleer gepumpten Ballon (oder in einem mit Wasserstoffgas gefüllten Glase über Quecksilber) hängt, und man Portio-

*) Die HH. Daniell und Childern in London haben das Döbereiner'sche Eudiometer geprüft, und erklären „das Platin-Pulver eigne sich mit Wasserstoffgas zum eudiometrischen Gebrauche auf eine bewundernswürdige Art, durch Einfachheit, Schnelligkeit und Sicherheit, da selbst in bedeutend erhöhten Temperaturen kein Ammoniak entstehe.“ In einer Mischung aus 20 M. atmosph. Luft und 37 M. Wasserstoffgas, verschluckte bei ihren Versuchen ein mit niedergeschlagener Thonerde bereitetes, vor dem Gebrauch geglühtes Platin-Erbschen 13 Maafs, (zeigte also 4,3 M. Sauerstoffgas an, 0,1 zu viel, wahrscheinlich weil das Wasserstoffgas nicht vollkommen von atmosph. Luft frei war). Ein zweites Erbschen bewirkte nicht die geringste Verschluckung im Gas-Rückstande, und Quecksilber und Röhre gaben beim Erhitzen keine Gasentzündung. Eine geringe Menge atmosph. Luft, die zu kohlenfaurem Gas hinzugelassen war, fand sich richtig. — Der Döbereiner'sche Versuch gelingt noch bei 0° Wärme, und mit schwarzem Iridium- und Osmium-Pulver nach dem Glühen und Erkalten so gut als mit Platinschwamm, nach Hrn Garden in London. *Gilbert.*

nen reinen Knallgases aufsteigen läßt (im letztern Falle ohne Detonation). Man kann auf diese Art eine große Menge Wasser aus seinen Grund-Bestandtheilen messend erzeugen.

Lampen oder Feuerzeuge mit Wasserstoffgas bedürfen hinfüro, nach Hrn Döbereiner, auch nicht mehr eines Electrophors oder andern zündenden Werkzeuges; statt dessen braucht man sie nur mit einem Glas-trichterchen oder Uhrglase zu versehen, worin einige Gran schwammigen Platinstaubes liegen, und mit einem nach unten gebogenen 1 bis 2 Zoll davon sich endigenden Haarröhrchen, durch das der Gasstrom beim Oeffnen des Hahns auf den Platinstaub herabbläst. Dieser wird dann fast augenblicklich erst roth - dann weiß-glühend, und bleibt solches so lange als Gas darauf strömt, und wenn der Strom stark ist entzündet er ihn; ein Verfahren wie Platin mit dem kleinsten Aufwande zu strömenden Wasserstoffgases zu entglühen ist. — Auch Pulver läßt sich auf diese Art entzünden *).

Einer bloß mechanischen Wirksamkeit des Platins läßt sich die Erscheinung nicht zuschreiben, da das Wasserstoffgas von dem schwammigen metallischen Platinstaube den es berührt nicht verschluckt oder verdichtet, und doch in seiner Verbrennlichkeit so außerordentlich erhöht wird. Dieses könne, glaubte Hr. Döbereiner, *entweder* nur einer electro-

*) Nur aus Platin - Auflösung durch Zink niedergeschlagener schwarzer Platinstaub, der anfangs mit Geprassel und Funken-sprühen entglühte, verliert seine Wirksamkeit (weil, glaubt Hr. Döbereiner, er fremde Metalle enthält) nicht aber das schwammige Platin.

motorischen Thätigkeit des Wasserstoffs mit dem Platin, (bei der dasselbe den Zink repräsentiren, also sich wie von metallischer Natur verhalten würde), oder krySTALLISCHER Thätigkeit zugeschrieben werden; wie denn Hr. Schweigger annehme, die ganze Erscheinung werde durch eine besondere (KrySTALL-) Form der kleinsten Theile des Platins bedingt. Hr. Döbereiner gesteht, er habe zwar um diese Ansichten zu prüfen viele Versuche angestellt, aber kein Resultat erhalten, das zur Bestätigung der einen oder der andern dienen könnte. Ganze oder zerstückte Boraciten, Turmaline und Diamanten, fein zertheilte Kohle, Graphit, Gold-, Silber-, Platin-Staub etc. bewirkten in Knallgas bei gewöhnlicher Temperatur keine Verdichtung. Eben so wenig erfolgte eine solche, wenn metallischer Platinstaub mit Wasserstoffgas und zugleich mit schwarzem Braunstein, oder Kohlenoxydgas, oder Kohlensäure, oder Salpetergas, oder andern Oxyden in Berührung war; oder wenn der Platinstaub mit Sauerstoffgas, das mit Ammoniakgas, Schwefel-Wasserstoffgas, öl-bildendem Gas oder Kohlen-Wasserstoffgas gemischt war, in Berührung gesetzt wurde; oder wenn er ihn in Mengungen dieser Gasarten mit einander, oder mit kohlensaurem Gas, oder Alkoholdampf etc. brachte. „Durch diese und viele andere Versuche erklärt Hr. Döbereiner sich überzeugt, dass die Thätigkeit dieses Metalls immer nur auf Mischungen von *ungebundenem* Wasserstoffgas und Sauerstoffgas beschränkt, und wahrscheinlich von *ganz eigenthümlicher* Art, d. h. weder mechanisch, noch electrisch oder magnetisch sey.“

Eine bedeutende Menge Platin, welche Hr. Döbereiner vor ein Paar Jahren von dem Großherzog von Weimar zu Versuchen erhalten hatte, und Hrn Edmund Davy's zu Dublin Beobachtung, daß ein durch Kochen von schwefelsaurem Platin in Alkohol und Digeriren mit Ammoniak sich bildendes schwarzes Knall-Platin, wenn es mit Alkohol befeuchtet werde, *entglühe*, gaben Hrn Döbereiner die Veranlassung zu seiner schönen Entdeckung. Er fand bald, daß mit diesem Knall-Platin in Berührung gebracht, Alkoholdampf und Sauerstoffgas sich zu gleichen Raumtheilen durchdringen und in Essigsäure und Wasser verwandeln (Annal. 1802 St. 10 S. 193); daß in Berührung mit demselben Kohlenoxydgas und Sauerstoffgas sich unter *Entzündung* zu kohlensaurem Gas vereinigen; und daß 100 Gran dieses Knall-Platins 15 bis 20 Zoll Wasserstoffgas und dann auch Sauerstoffgas einschlürfen, (welches zuvor nicht geschieht), und daß es in Knallgas *entglühe*, dieses detoniren mache und sich dabei reducire ohne diese letzte Eigenschaft einzubüßen. Seinen Versuch mit dem Platinschwamm stellte er zum ersten Male am 27 Juli 1823 an, und machte ihn im Juli-Stück dieser Annalen B. 74 St. 3 S. 269 bekannt.

Gilbert.

VI.

Beobachtungen des ausgezeichnet tiefen Barometerstandes am 23 Januar 1824.

1. Von Hrn Klöden, Dir. d. k. Schullehrer-Sem. zu Potsdam *)
In einem Schreiben an Gilbert.

Die Mühe und Ausdauer, mit der Sie sich vor einem Jahre, und auch schon früher dem schwierigen, aber gewiss auch höchst verdienstlichen Geschäfte unterzogen, die Beobachtungen der ausgezeichnet niedrigen Barometerstände der beiden letzten Jahre für Ihre vorzüglichen Annalen zu sammeln, und so diese für den künftigen Bearbeiter der sehr merkwürdigen Erscheinung, die sich öfter wiederholen zu wollen scheint, zu einer wahren Fundgrube alles darüber vorhandenen Wissenswerthen zu machen **), läßt mich hoffen, daß Sie meine Beobachtungen des vorgestri- gen ausgezeichnet niedrigen Barometerstandes einer Stelle in Ihrer Zeitschrift nicht unwerth finden werden, der ich sie wenigstens durch Genauigkeit würdig zu machen gesucht habe.

Ich beobachte, wie Sie wissen, mit zwei Gefäß- Barometern, begnüge mich aber Ihnen die Beobach-

*) Und vor Kurzem ernannt zum Director einer in Berlin zu er- richtenden Gewerbschule. G.

**) Dieses war allerdings meine Absicht, und die Fortsetzung und die Vollendung beider Sammlungen soll nicht ausbleiben. G.

tung an dem Einen zu überfenden, welches die Temperatur des Queckfilbers im Gefäße unmittelbar an einem Reaumur'schen Thermometer, dessen Kugel in dasselbe eingesenkt ist, zeigt. Die Röhre hält im Durchmesser 0,20 und das Gefäß 1,20 Zoll parif. Decimal - Maafs. Ein elfenbeinerner Schwimmer giebt den Nullpunkt der Barometerscale an, und hat seinen Normalstand bei 28,230". Da nun die Grundfläche des Gefäßes 36mal so viel Flächeninhalt hat, als die der Röhre, so ist die Correction wegen der Veränderung des Niveaus, wenn B der Barometerstand ist $= \frac{B - 28,230''}{36}$, welche Gröfse natürlich negativ ist, wenn B kleiner als 28,230" ist. — Das Gefäß hängt 27 par. Fufs über dem mittleren Spiegel der Havel, und aus zwei-jährigen Beobachtungen habe ich, durch Zusammenstellung der grölsten und kleinsten beobachteten Barometerhöhen jedes Monats, die *mittlere Barometerhöhe* bei 10° Reaum. ermittelt $= 28,0606''$. Wenn gleich diese Höhe zu groß scheint, so hat sie wenigstens das Verdienst, wirklich gefunden zu seyn. Der Zeitraum ist wohl zu kurz, um ein ganz sicheres Mittel zu erhalten. Nimmt man die von Hrn v. Buch aus den von Beguelin'schen Beobachtungen (Gilbert's Annal. der Phys. B. 67, Jahrg. 1821, St. 3 S. 295) gefundene Barometerhöhe von Berlin $= 27'' 11,157'''$ als sicher an, so folgt daraus, bei dem durch Nivellement gefundenen Gefälle der Spree und Havel, für die mittlere Höhe meines Barometerstandes 27,9387" bei 0° Reaum.

Diese Angaben werden hoffentlich hinreichen, um die nachstehenden Beobachtungen brauchbar zu

machen. Ich gebe sie sämmtlich uncorrectirt, wie sie beobachtet sind. Da meine Barometer Decimalthelle des Zolles angeben, so habe ich in einer besondern Spalte die Beobachtungen auf zwölf-theiliges Maass (dem gewöhnlicheren) reducirt, beigefügt.

Zeit der Beob.	Barometerstand		Temp. des Quecksilbers	Freies Thermometer	Sauff. Hygromet.	Wetter *)
	nach Jan. Uhr	nach Dec. Mfs par. Zoll				
22 Mg 10	27,776	27'' 9,31'''	5° R.	+0,6° R	71°	völlig trübe
NM 5	616	7,39	4,2	-0,3	70	NM hell, Ab. wolk
23 Mg 9	172	2,06	3,75	-0,5	69	dünn bewölkt **)
10	142	1,70	3,75	0	67	stark bewölkt
11	122	1,36	4	+0,5	65	völlig trübe
12	082	0,98	4	+0,2	72	feiner Frost-
NM 1	058	0,69	4	0	75	schnee fällt
2	038	0,45	4	0	75	hat aufgehört
3	036	0,43	4	0	77	es schneit stark
4½	27,022	27 0,26	4	0	80	es schneit wenig
5½	030	0,33	4	+0,2	82	trübe, ohne Schn.
11	082	0,98	4	+1	83	tr, Sterne bl, durch
24 Mg 10	414	4,96	4	+2,2	85	trübe
NM 5	27,706	27 8,47	4	+1,5	89	trübe, Regen
25 Mg 10	28,044	28 0,52	4	+2,3	80	desgl.

*) Richtung und Stärke des *Winds* waren am 22sten W. I; am 23sten S.O.S. I; am 24sten W. I, bei allen angeführten Beobachtungen, und auch noch am 25sten Morgens W. I.

**) Nachts war das Thermometer bis -3° R. gesunken.

Da mein Barometer hier in Potsdam nur etwa 9 Fuß niedriger hängt, als das oben erwähnte von Beguelin'sche in Berlin hing, so läßt sich die geringste Höhe allenfalls mit den Angaben vergleichen, welche Hr. Gronau in seinem Aufsatze „Ueber die Witterung während des achtzehnten Jahrhunderts in Berlin“ mitgetheilt hat *), und dann hätte während dieses gan-

*) Im Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 1sten Jahrg. (1807) 2tes Quartal S. 127 u. f.

zen Jahrhunderts das Barometer nur in den Jahren 1779, 1782 und 1783 tiefer gestanden als in gegenwärtigem Falle *). Am 2ten Februar 1823 war der geringste Barometerstand hier 27,120 Dec. M. oder 27'' 1,44''' Duodec. M. bei 8° R. Wärme.

Merkwürdig ist noch die große Differenz der Barometerhöhe innerhalb des kleinen Zeitraums einiger Wochen. Während mein Barometer im ganzen vergangenen Jahre nur auf 28,614'' (Temp. des Queckf. = 2° R.) gestiegen war (am 11ten Nov.), stand es am 5ten Januar 1824 um 4 Uhr Abends auf 28,636'' (Temp. des Queckf. = 5° R.). Dieses giebt vom 5ten bis 23sten Januar einen Unterschied von 1,614'', demnach so viel, als ob Potsdam in Zeit von 2½ Woche seine Lage über dem Meere um etwa 1511 Fuß geändert hätte.

2. Beobachtungen von Hrn Theod. Schmiedel in Leipzig.

Folgende reducirte Barometerstände sind aus dem Beobachtungs-Register dieses mit guten Instrumenten versehenen sorgfältigen Beobachters entlehnt, wie sie an den gewöhnlichen Beobachtungs-Stunden an einem Heberbarometer gemacht wurden.

Höchster Stand am 5ten Januar 1824 um 8 Uhr Morgens 28'' 4,766''' bei 10° R.

*) Ich weiß es aber nicht zu vereinigen, wie S. 132 gesagt wird, daß der niedrigste beobachtete Barometerstand in Berlin am 25ten Januar 1794 mit 26'' 6''' 0''' eingetreten sey, während die Tabelle S. 131 den geringsten Stand des Jahres 27'' 0''' 4''' anlegt. Seltsam ist es, daß in dem ganzen Aufsatze die Barometerstände mit den Zeichen von Graden, Minuten und Secunden, oder Ruthen, Füssen und Zollen aufgeführt sind.

Zeit Jan. Uhr	Barometer bei + 10° R.	Therm. im Freien	Fisch. Hygrom	Wind *)	Wetter
22 M 8	27'' 6,827'''	+ 1,4	46,8°	S	schön
N 1	5,357	2,7	34,4	S	schön
A 10	2,950	0,6	46,5	SO	trübe, Ncht-Schnee
23 M 8	26 11,011	0,3	47,5	SO	trübe, Schnee
N 1	9,354	1,4	60,3	S	tr., geg. Abd Regen
A 10	9,718	2,5	57,4	SW	tr., Thauwetter
24 M 8	27 0,963	2,8	57,8	SW	vermischt
N 1	3,542	4,2	54,5	wsW	ebenso
A 10	8,429	2,6	52,8	W	trübe
25 M 8	10,604	3,0	51,7	S	heiter
N 1	9,977	4,3	52,0	SW	heiter
A 10	28 0,281	4,9	54,2	ssw	trübe
26 M 8	0,835	5,8	52,4	ssw	trübe

*) Am 22ten und am 23ten Vormittags *stürmisch*; am 24ten *starker Wind*; am 25ten und 26ten *stürmisch*.

Zwei vorzügliche von Hrn Oberberggrath Schafirsky in Berlin, nach Prof. Tralles Vorschlägen verfertigte Barometer, welche in meinen Zimmern hängen, zu deren regelmäßiger Beobachtung mir aber die Zeit gebricht, (auch wäre es für tägliche Beobachtungen zu beschwerlich eine unten schwarz gefärbte Ebne an dem undurchsichtigen Vernierstück mit dem Quecksilber in scheinbare Berührung zu bringen), standen am 23ten Januar um 2 Uhr Nachmittags nach unserer gemeinschaftlichen Bestimmung: das *Gefäßbarometer* mit Prince'scher Ebne, Skale und Spitze zur Bestimmung des Niveau des frei heraustretenden Quecksilbers, auf 26'' 8,75''' und das *Heberbarometer* auf 26'' 8,86''' , beide bei 64° R. Quecksilberwärme; welches auf 10° R. reducirt für ersteres 26'' 9''' , für letzteres 26'' 9,1''' giebt. Da das Barometer in Potsdam von 1 bis 2 Uhr um 0,20''' fiel, so stimmen diese Beobachtungen recht gut zu den vorhergehenden. Um 6 Uhr Abends war das Quecksilber im kurzen Schenkel des Heberbarometers um 0,18''' gefallen, war also der reducirt Barometerstand 26'' 9,47''' , doch ist diese Beobachtung minder zuverlässig. Das Barometer ist also in Leipzig um mehr als 5 Linien tiefer als in Potsdam gesunken *).

*) Nach Hrn Schmiedel's Vergleichen steht sein Barometer um 0,8''' höher als das auf der Sternwarte zu Halle, dem Höhenunterschiede entsprechend. Nach der Monatstabelle war zu Halle der höchste Stand 5t. Jan. 8 u. 12 Uhr 28'' 5,37''' ; der niedrigste 23t. Jan. 1 Uhr 26'' 9,724''' und 2 Uhr 9,797''' bei 10° R.

VI. Nachtrag zu S. 29.

1. (London d. 20 Jan. 1824.) Zu Portsmouth werden die Schiffe *Fury* und *Griper* zu einer neuen Entdeckungsexpedition für künftiges Frühjahr ausgerüstet, um nochmals die Auffindung einer Durchfahrt nach dem westlichen Polar-Meere zu versuchen. Die Kapitäne Parry, Lyon und Franklin werden sie anführen, und sich in dem Unternehmen folgendermaßen theilen. Kapitän Parry soll mit der *Fury* versuchen durch des Prinz-Regents-Einfahrt, die er auf seiner zweiten Reise in der Barrows-Straße entdeckte, nach der Nordküste des festen Landes vorzudringen; Kapitän Lyon wird mit dem *Griper* durch die Hudsons-Bai nach der Repulse-Bai gehn, dort sein Schiff unter Befehl des Lieutenants Bixon lassen und über Land den Kupferminen-Fluß (wahrscheinlich dem Meeresufer folgend) zu erreichen trachten; Kapitän Franklin endlich soll gleichfalls zu Lande den *Makenzie*-Fluß bis an seine Mündung verfolgen, und dann versuchen bis nach dem Eiskap vorzudringen.

2. Kapit. Duncan, der den Londner Grönlandsfahrer *Dundas* führte, hat Scoresby's Entdeckungen an der Ostküste Grönlands im vorigen Jahre nicht bloß aus eigener Ansicht bestätigt, sondern auch weiter nach Süden bis 67° Br. und 25° L. fortgesetzt, wie Hr. Edmonston, aus Balta Sund auf Schetland, in Hrn Phillips Zeitschr. Nov. meldet. Er näherte sich der Küste (seinem Gales Land) südlich von Scoresby's Kap Barclay bis auf 5 engl. Seemeil.; sie war fast ohne festes Eis und Treibeis, hatte Treibholz und einige feste Eisberge, und glich völlig dem Lande südlich von Scoresby's Sund. Die Gebirgsketten liefen auch hier NW-lich, hatten aber weniger Hörner, und waren nur an der Nordseite mit Schnee bedeckt, an der Südseite grün. Das Land schien ihm nicht unzugänglich und das Klima nicht unwirthbar zu seyn. Die Strömung ging südwestlich und betrug 1½ engl. Seemeilen in 1 Stunde.

Verbesserung. S. 39 Z. 12 v. u. setze man *umgeben* statt *amlagert*; — S. 41 Z. 8 v. u. *Kagelsberg* statt *Kogelsberg*; — S. 61 Z. 8, und so finden wir in den *Marksa* statt *ein die Marken*; — S. 68 Z. 5 v. u. streiche man weg *des Bettes*, und setze Z. 4 v. u. „von der Elbe aus hierher (statt her hier) ergossen hat.“

METEOROLOGISCH

FÜR DEN MONAT JANUAR

Tag	BAROMETER bei + 10° R.					THERMOMETER R. frei im Schatten				
	5 MORG. p. Lin.	10 MITT. p. Lin.	5 NACHT. p. Lin.	6 ABDS. p. Lin.	10 ST. p. Lin.	5 UHR	10 UHR	5 UHR	5 UHR	10 UHR
1	33,84	31,73	31,30	29,87	28,13	+ 2,6	+ 4,3	+ 4,1	+ 2,9	+ 3
2	28 65	28 29	28 14	28 20	28 93	4 3	3 7	5 3	6 6	4
3	31 00	32 95	33 83	35 01	37 26	3 0	3 7	5 2	3 1	1
4	32 81	39 95	40 82	40 71	41 17	0 8	1 5	2 9	+ 1 1	+ 0
5	41 37	41 37	41 24	41 16	41 01	+ 0 2	+ 2 2	2 1	- 0 4	- 1
6	39 94	38 87	38 40	37 98	37 84	- 3 2	- 0 5	+ 0 6	2 1	3
7	37 32	37 61	37 39	37 83	38 86	2 2	1 3	- 1 1	0 3	1
8	38 74	35 98	38 91	38 12	39 29	1 1	0 3	+ 0 1	0 1	1
9	38 06	38 74	38 62	38 61	38 44	2 1	1 0	- 0 3	2 2	3
10	35 20	37 39	37 12	37 06	36 79	2 3	0 8	+ 1 5	0 5	1
11	36 28	36 36	36 34	36 50	37 71	4 1	- 1 2	- 0 8	0 9	0
12	39 23	39 13	38 95	38 81	38 96	- 0 1	+ 0 5	+ 0 9	- 0 2	- 1
13	39 16	39 03	39 06	39 43	39 29	+ 0 3	1 3	2 1	+ 1 5	+ 1
14	37 24	37 76	37 44	37 40	37 33	0 5	1 0	0 9	+ 0 7	+ 0
15	37 21	37 17	37 01	37 30	37 14	+ 0 5	+ 1 7	+ 1 2	- 0 3	- 2
16	35 28	38 89	39 12	39 60	39 81	- 0 7	- 2 0	- 0 4	- 2 5	+ 4
17	39 02	38 12	37 71	37 45	37 48	- 2 6	+ 0 7	+ 1 1	+ 0 8	- 0
18	37 53	37 50	36 87	36 95	36 32	+ 1 8	2 5	2 5	1 9	1
19	33 38	34 63	34 26	33 33	33 21	2 1	2 9	2 9	2 4	1
20	33 74	34 33	34 58	34 80	34 52	0 6	3 1	2 7	1 4	2
21	33 69	34 22	33 28	33 54	31 26	0 9	2 0	2 2	1 3	2
22	31 15	30 07	29 54	28 58	26 26	+ 0 4	2 0	2 0	0 1	0
23	23 17	21 94	21 50	22 19	22 44	- 0 5	0 1	1 3	2 0	2
24	23 89	27 79	28 72	31 09	32 93	+ 2 6	3 0	2 1	1 8	1
25	33 20	34 78	34 72	33 61	37 02	2 5	3 3	4 6	4 3	2
26	37 53	37 26	37 12	37 41	37 51	5 4	6 6	6 9	4 3	3
27	36 64	36 50	34 64	33 85	33 62	2 4	6 6	8 2	4 4	4
28	31 63	31 72	31 18	30 77	29 95	5 7	3 1	6 1	4 5	2
29	28 76	28 98	29 22	30 34	31 72	0 7	5 3	5 3	2 5	+ 0
30	33 83	34 42	34 40	33 01	33 68	+ 1 3	2 1	2 3	+ 2 1	0
31	36 66	37 08	37 20	37 41	37 54	- 0 3	+ 0 7	+ 0 9	- 1 1	- 2
Med	33,313	35,266	35,146	35,264	33,367	+ 0,35	+ 1,91	+ 2,32	+ 1,30	+ 0.

Tägliche Veränderung

Zeit	des Barometers	des Thermometers	des Hygrometers	Mitt. bei beobachtet. Max. Min.
8	m + 0,001, 0,09	m - 1,97	m + 2,61	Abnahme
12	m - 0, 120	m - 0, 11	m	Zunahme
2	m - 0, 120	m	m + 0 93	Zunahme
6	m - 0, 002	m - 1, 02	m + 4 71	Abnahme
10	m + 0, 101	m - 0, 84	m + 3 84	Zunahme

Erklärung der Abkürzungen in der Witterungs-Spalte. ht. heftig, öde Wind, strm-sturmisch, Huhch, Höhenwuch, Sch. Schnee, Seh. Sch. Schnee.

Am 1 Januar. Fröh wolkige, dann gleiche Decke; leicht vor- und in N etws gebrochen. Von $\frac{1}{2}$ 4 bis gegen 10 darf, Reg. 9 U. 1' Morg. tritt der Neumond ein und ist vohr starke baren, Sonnenfinsterniß begleitet; auch sieht heut. gleiche, in der Erdnähe. lk. Decke,

Vom 2 bis 9. Am 2. starke wolk. Decke ist Mittags bedeckt, chen, in N oben düster; bald wird sie gleich. Nake, dann Abds, Reg. Am 3. Nachts vorher und Tags, inn bis 2 U. Reg. bei gleicher Decke; Spät-Abds wird die De Mond das nur noch in einz. Tropfen. Am 4. gleiche Decke Spät-Abds ganz düster. Am 5. wolk. Bed., die inn ist sie net, will Mittags rundl. sich sondern, Nchmittags sein Stern. in NW belegt, und nur von Abds ab, ist es heiter. ist Nach- der Horiz. stark bedünstet. Am 7. früh, wie geht. Str. mit oben Cirri und von N steigt eben eine gleiche, kl. Cirr. verhüllt und fortheisicht. Am 8. Nachts vorher lk gleiche Decke, etws Nebl und Mittags dieser stärker. Am 9. nur in gleiche Decke; diese läßt Mittags oben frei und 11 29. Morg. von Abds ab heiter. Um 1 U. 29' Abds steht heutliche Decke

Vom 10 bis 16. Am 10. gleiche Decke, zu der Ab 11 etws Mittags über und theils auch Nchmittags, etwas in N auf bel. bis Nachmittags, bei bel. Horiz. heiter, früh in etws gebro- schnell gleiche Decke mit dem Winde herüber und Statt.

Am 12. gleiche Decke, die früh und Abds herrsch. in verwäsch. Cirr. Str. aufgel.; Morg. einige Rg. tr. läßt Mittags nur den S-Horiz. licht und ist Nchmit bei west- Vormittags Dufst, Abds 5 bis 6 etws Reg. Am und große SW Spät-Abds häufig licht; von 2 bis gegen 6 S 15. wie gestern Morg., Nchmittags N frei, wo un Str. Massen, Abds heiter und später in S einige Schnee, früh gleiche Decke, Mittags oben verw und später wie Mittags. Abds 10 zeigt der Mond gebogen-Farben. Heute hat der Vollmond; N eine hier unsichtb. partiale Mondfinst. Statt; auch ner Erdnähe. hucc

Vom 17 bis 23. Am 17. viel Cirr. Str. bed. Vom 1 dann herrscht gleiche Decke.. Um 10 U. früh etw von 2 bis 8 Abds Schnee. Am 18. bei gleicher I

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ZWEITES STÜCK.

I.

*Oekonomisch-physikalische Vergleichung
der verschiedenen gebräuchlichen Beleuchtungs-Arten;
nämlich durch Steinkohlen-Gas, Oel-Gas, Argand'sche Oellampen,
Talglichte, Wallrathlichter und Wachskerzen;*

eingefandt von

JUSTUS PREUSS, Ingen. d. Fabrik-Bauwesens in London;
vormals kais. französ. Forstmeister, Mitgl. mehrerer deutschen und
auswärtigen gelehrten Gesellschaften:

Einige Stellen aus dem zu London am 1ten October
1823 geschriebenen Briefe, der diesen belehrenden Aufsatz
begleitete, mögen als Einleitung zu demselben hier voran
stehn. . . . „Als ich noch in Deutschland als Forstmann
wohnte,“ schreibt mit Hr. Ingen. Preuss, „war die Benut-
zung des Holzes für mich vom größten Interesse. Ich fing
an, nach dem Beispiele des Ingenieurs Lebon in Paris,
Holz zu destilliren [im verschlossenen Raume zu verkohlen],
und kam dann zufällig auf die Idee, den Prozeß mit einigen
Torfarten zu versuchen; sie gaben mir noch ein schönes
Gas als das vom Holze. Nach dem Verlust meiner Forst-
Gibb. Annual. d. Physik, B. 76. St. 2. J. 1824, St. 2. H

Selle bei Napoleon's Falle, reiste ich nach London, wohnte dort der Erbauung der ersten großen Gaswerke zur Erluchtung mit Steinkohlengas bei, und kehrte dann nach Paris zurück, wo ich ein Patent für die Gasbeleuchtung erhielt, und einer der ersten war, der das Gaslicht aus Steinkohlen in Frankreich einführte. Im Auftrage der Pairs-Kammer erbaute ich nämlich im J. 1816 einen Gasbeleuchtungs-Apparat zur Probe im Pallaste Luxemburg zu Paris, und späterhin in Frankreich noch mehrere andere Steinkohlen-Gasapparate von verschiedener Größe. Dafs ich mich in der Folge von dem entschiedenen Vorzuge des Oelgas vor dem Steinkohlengase zur Beleuchtung, in allen Ländern, wo Steinkohlen nicht so gut als fast unisonit zu haben sind, zu überzeugen Gelegenheit gehabt habe, werden Sie aus meinem beiliegenden Aufsatze erschn. — Herr Hofrath Tabor, der bei Frankfurt am Main lebt, hatte mich im Anfange des vorigen Jahres um einige Notizen über das Oelgaslicht gebeten für sein Werk über die Gas-Beleuchtung, welches er damals im Begriffe stand herauszugeben, und ich hatte ihm Nachrichten von der Art, wie er sie sich wünschte zugesagt. Leider wurde ich aber von einer Zeit zur andern an der Erfüllung meines Versprechens verhindert. Es würde mich sehr freuen, wenn Sie mir jetzt behülflich seyn wollten, durch Ihre geschätzte Zeitschrift diese Lücke in meines Freundes Werk zu ergänzen . . .“

Das Buch, von welchem hier die Rede ist, des vor- maligen kurmainzischen Hof- und Reg.Raths Hrn Ta- bor's zu Aschaffenburg „Vollständiges Handbuch der „Gasbeleuchtungs-Kunst nach den neuesten Erfindungen „bearbeitet, 2 Bde, mit 13 Steindr.Tafeln, Frankf. 1822“, ist ein Werk, welches alle Empfehlung verdient. Der Verfasser ist gründlich theoretisch unterrichtet, hat selbst

Verfuche mit Gasbeleuchtung gemacht, und hat alles, was vor 1822 über Gasbeleuchtung bekannt war, gewissenhaft benutzt, und bündig und klar dargestellt. Als sein Werk, (erzählt er Th. 2 S. 553) schon bis auf den vorletzten Bogen abgedruckt war, erhielt er einen gemeinschaftlichen Besuch von Hrn Ingen. Preufs von Paris und Hrn Taylor Erfinder der Oelgas-Beleuchtung aus London; aus dem Munde des letztern trägt er bis S. 559 mehreres über die Oelgas-Apparate nach, und hier würden sich auch die Belehrungen anschließen, welche Hr. Preufs in gegenwärtigem Aufsatze mittheilt. Sie stellen die authentischen Resultate dar, der in England bis auf die neueste Zeit im Großen eingesammelten Erfahrungen zur Beurtheilung der Vortheile der verschiedenen Arten von Beleuchtung, in dem nöthigen Detail kurz und deutlich, schlagen einige absichtsvolle und irreführende, in England in das Publikum mit dem Scheine wissenschaftlicher Gründlichkeit gebrachte Versuche nieder, und gewinnen auch noch dadurch an Interesse, daß die so eben erschienene Theorie der Beleuchtung des Hrn Clement in Paris, die ich diesem Aufsatze nachfolgen lasse, die Nachrichten, Urtheilen und Ansichten des Hrn Ingen. Preufs fast durchaus bestätigen.

Noch verdient hier die von Hrn Clement der Philomatischen Gesellschaft in Paris vor Kurzem mitgetheilte Notiz Erwähnung, daß Hr. Dalton zu Manchester eine neue Art von Kohlen-Wasserstoffgas aufgefunden hat, welche die doppelte Menge Kohlenstoff als im Oel-bildenden Gas vorhanden ist enthält, und die er *über-ölbildendes Gas* genannt hat; in gut bereitetem Oelgas ist sie in bedeutender Menge vorhanden.

Gilbert.

Wenn auch London nicht mit dem heitersten Tageslichte begünstigt ist, so wird man dafür bei Abend und bei Nachtzeit dort gewissermaßen schadlos gehalten durch die schönste künstliche Beleuchtung, deren irgend eine Stadt in der Welt sich bis jetzt erfreuet. Beim ersten Anblicke scheint es seltsam, daß die prächtige Gas-Beleuchtung im Großen, so wenig Fortschritte auf dem Continente gemacht hat, indess wir sie in wenig Jahren sich über alle englische Staaten verbreiten sahen. Es ist indess leicht sich zu überzeugen, daß dieses hauptsächlich in zwei örtlichen Ursachen seinen Grund hat: in Englands Reichthum an Steinkohlen, und in dem allgemein verbreiteten Baue ergiebiger Oelpflanzen auf dem Continente.

England hat in seinen unverfügbaren Steinkohlen-Bergwerken eine der Haupt-Quellen seines Reichthums, und die Benutzung derselben knüpft sich so innig an das Interesse der ganzen Nation, daß eine jede neue Entdeckung, welche eine noch ausgedehntere Anwendung der Steinkohlen herbei führt, sich allgemeinen Beifall zu versprechen hat; ganz besonders wenn eine solche Entdeckung dazu beitragen kann, England von seinen Nachbarn unabhängiger zu machen. Ehemals mußte dieses Land jährlich große Mengen auswärtiger vegetabilischer Oele kaufen; dieses war Grund genug, daß, selbst wenn die fremden Oele ein besseres und wohlfeileres Licht gegeben hätten als das neue inländische Surrogat zu versprechen schien, in England doch letzteres den Vorzug erlangt haben würde.

Fast auf dem ganzen Continente, und besonders in Frankreich, finden durchaus verschiedene Umstän-

de statt. Beinahe in allen Provinzen werden Oelfamen reichlich und mit Vorthail gebauet; dagegen sind Steinkohlen-Bergwerke in den mehrsten Theilen Frankreichs Seltenheiten, und selbst von den Provinzen welche Steinkohlenlager enthalten liefern nur einige wenige zur Gasbeleuchtung taugliche Kohlen-Arten. So wenig Gaslicht auch noch in Frankreich gebraucht wird, so zieht man doch schon jetzt dort den gröfseren Theil der für das Fabrikwesen unentbehrlichen Steinkohlen aus Flandern, und es wäre zu fürchten, dafs hier, wie in manchen Gegenden Deutschlands, wenn man Gaslicht aus Steinkohlen im Grofsen einführt, der Preis desselben plötzlich bedeutend erhöht werden könnte, wenn der benachbarte Staat, der die Steinkohlen liefert, es für gut finden sollte einen hohen Ausgangs-Zoll auf sie zu legen.

Ich habe vor einiger Zeit eine Reihe sehr genauer Versuche und Berechnungen angestellt, um die folgenden wichtigen Punkte zu erörtern: *erstens*, welches ist die wohlfeilste Beleuchtungsart? *zweitens*, welche ist mit der Gesundheit am verträglichsten? *drittens*, welche ist die schönste? und *viertens*, welche ist die passendste Art für die örtlichen Umstände Deutschlands und Frankreichs? Es hat mir ein besonderes Vergnügen gewährt zu finden, dafs alle diese Vorthteile sich in einer und derselben Beleuchtungs-Art zugleich vereinigt finden. Ueber Lampen- und Kerzen-Licht besitzen wir schon manche schätzbare Beobachtungen; ich werde daher meine Versuche mit diesen nur summarisch hier anführen, und mich um so weitläufiger über die in Deutschland und Frankreich in ökonomi-

licher Hinsicht weniger bekannte Beleuchtungsart durch Steinkohlengas und Oelgas auslassen.

Es ist eine allgemein anerkannte Erfahrung, daß physikalisch-chemische Operationen, auf Fabrikwesen angewandt, im Kleinen Resultate geben, welche nicht in geradem Verhältnisse stehen mit denen, die man im Großen erhält, vorzüglich nicht in ökonomischer Hinsicht; und bei der Gas-Beleuchtung ist dieses ganz besonders der Fall. Man hat es in England sich sehr angelegen seyn lassen, die vortheilhafteste Bereitungsart des Gas zum Beleuchten auszumitteln; sehr mannigfaltig sind die Versuche, die man im Großen angestellt, und ungeheuer die Opfer, die man dabei gebracht hat; Millionen sind ausgegeben worden, wenn auch nicht auf eine unnütze, doch auf eine nicht productive Weise, indem sie blos zu der Entscheidung führten, daß dieser oder jener, der Theorie nach vortheilhaft scheinende Plan, in der Praxis nicht anwendbar sey.

1. Steinkohlen - Gas.

Um den Preis auszumitteln, für welchen man *Steinkohlen - Gas* zum Beleuchten im Großen fabriziren kann, und mit Sicherheit über die Interessen, welche man sich von Unternehmungen dieser Art versprechen darf, Auskunft zu geben, habe ich meine Data von großen, zweckmäßig eingerichteten Anlagen zur Beleuchtung mit Steinkohlengas genommen. Und zwar von solchen, die nicht etwa durch unvortheilhafte Versuche ihren Capitalfond vergrößert und eben dadurch ihre Procente verringert hatten, sondern wel-

che die durch Andre erkaufte Erfahrungen unentgeltlich benutzt haben, so wie ich es selbst thun würde wenn ich gegenwärtig einen neuen Apparat zu bauen hätte. Hier theile ich die summarischen Resultate von vier solchen Documenten mit, deren drei authentisch gedruckt und publizirt sind, und von denen das vierte mir von einem der Geschäfts-Verwalter (Geranten) der Gasbeleuchtungs-Anstalt in Oxford mitgetheilt worden ist, dessen Angaben vollkommenes Zutrauen verdienen.

1. Auszug aus der von dem Verwaltungs-Ausschusse, den Actien-Inhabern der Steinkohlen-Gas- und Koak-Compagnie zu *Glasgow* (in Schottland) vorgelegten Rechnung über eine 9-monatliche Verwaltung vom 1ten September 1818 an, wo die Anstalt zuerst anfang zu beleuchten, bis zum 1ten Juni 1819.

	Pf. St.	S.	D.
Ankauf von 5731 Quadr.Yards (à 9 Q.Schuh) Land für	1503	13	10
Leichte Gebäude, und Apparate von 50 Retorten und 4 Gas-Behältern, jeden von 25000 Cubikfuß Capacität, sammt Neben-Unkosten	26743	15	0
36 engl. Meilen *) Hauptröhren und 800 Yards Nebenröhren fertig gelegt für	22019	0	9
Kapital-Anlage	50266	9	7

*) Jede von 1760 Yards, den Yard zu 3 engl. Fassen gerechnet.

<i>Laufende Ausgaben:</i>	Pf. St.	S.	D.
2194½ Tonnen *) Steinkohlen, zu 16 Sh. 8 D. die Tonne,	1828	10	11
Gas-Reinigungs-Kosten	131	5	9
Ausbesserungs- und Unterhaltungs-Kosten	40	12	0
Arbeitslohn	900	0	0
Verwaltungs-Kosten	65	18	5
Diverse Ausgaben (Lutum für die Retorten)	7	13	0
Summe der Ausgaben	2974	0	1
<i>Einnahme:</i>			
Verkauftes Gas	4828	13	8
Verkaufte Koak (oder geläuterte Kohlen)	83	10	0
Neben-Einnahme (als Interesse aufgeführt)	68	3	7
Summe der Einnahme	4980	7	3
Bleibt reiner Ertrag	2006	7	3
(Das ist 4 Procent vom Capital.)			

II. Auszug aus der über dieselbe Anstalt abgelegten Jahrs-Rechnung vom 1ten Juni 1819 bis zum 1sten Juni 1820.

3880½ Tonnen Steinkohlen, zu 16 Sh. 8 Den,	3233	18	0
Gas-Reinigungs-Kosten	376	19	2
Unterhaltungs- und Ausbesserungs-Kosten	535	14	1
Arbeitslohn	1553	12	9
Verwaltungs-Kosten	749	3	7
Diverse Ausgaben als Taxen, Interessen, Lutum etc.	496	9	6
Summe der Ausgabe	6945	17	1

*) Die Tonne Steinkohlen zu 2240 engl. Pfund gerechnet.

Einnahme:	Pf.St.	S.	D.
Verkauftes Gas	10244	12	3
Verkaufte Koak	298	18	6
Theer und ammoniakalische Flüssigkeit für	51	0	0
Ausgebrannte Retorten verkauft für	14	7	6
Empfangene Hausmiethen von Kirkstreet	130	14	2
Summe der Einnahme	10739	12	5
Ueberschuß	3793	15	4

(Macht 7½ Procent.)

Der Verwaltungs-Ausschuß merkt an, daß Ausbesserungs- und Unterhaltungs-Kosten bis dahin sehr gering gewesen sind, weil die Apparate neu waren, daß man aber für sie viel größerer Ausgaben gewärtig seyn müsse, indem man aus Erfahrung wisse, daß diese Kosten in andern Anstalten sich im Durchschnitte jährlich bei den Röhren auf 2½ pr. Cent vom kostenden Ankaufspreise sammt Legelohn, und bei den Gasometern und übrigen Apparaten auf 10 pr. Cent jährlich vom kostenden Preise belaufen. Die Compagnie war selbst, zu Folge eines Parlaments-Beschlusses, gehalten, von dem zuerst eingenommenen reinem Ertrage eine Summe von 2000 bis 3000 Pf. Sterl. zurückzulegen, um auf diese successive Degradation vorbereitet zu seyn; weshalb auch der Verwaltungs-Ausschuß den Action-Inhabern die zuvor angemerkten 4 Procent und 7½ Procent Gewinn nicht wirklich ausbezahlt hat.

Folgen die Namen der unterzeichneten Mitglieder
des Verwaltungs-Ausschusses.

III. Auszug aus der von dem Verwaltungs-Ausschuße der Kohlengas- und Koak-Compagnie von Lf:

verpoot an die Interessenten abgelegten Rechnung, über ihre Verwaltung vom 31sten December 1819 bis zum 31sten December 1820.

	Pf.St.	S.	D.
<i>Kapital-Anlage</i> für die ganze Anstalt	50657	0	0
<i>Laufende Ausgaben:</i>			
Für Steinkohlen	3164	6	5
Gas-Reinigungs-Kosten	143	17	10
Reparatur- und Unterhaltungs-Kosten	1127	11	5
Arbeitslohn	1021	16	4
Verwaltungs-Kosten	755	0	0
Diverse Ausgaben	864	19	$\frac{1}{2}$
Summe der Ausgaben	7077	11	$\frac{1}{2}$
<i>Einnahme:</i>			
Für verkauftes Gas	9858	9	$4\frac{1}{2}$
verkauftes Koak	1014	6	$6\frac{1}{2}$
verkauftes Theer	411	6	2
verkauftes Ammoniak	11	5	0
Summe der Einnahme	11295	7	1
Ueberschuß	4217	16	$\frac{1}{2}$
(Gewinn und wirklich bezahlte Interessen $8\frac{1}{2}$ Procent.)			

Unterzeichnet *Wm. Wardell — Thomas Amos.*

IV. Steinkohlengas- und Koak-Compagnie der Stadt Oxford. Jahr 1822.

<i>Angelegte Kapitalien</i> in runden Summen	Pf.St.	
Für schöne stattliche Gebäude	10000	
Für Apparate mit 36 Retorten und 3 Gas-Behältern	7000	
Für Röhren	5000	
Summe	22000	

<i>Laufende Ausgaben:</i>	Pf.	St.	D.
479½ Tonnen Steinkohlen aus Stafford Shire, zu 1 Pf.	479	10	
18½ Bußel Koak (32 Pfd schwer) zum Heizen, be- tragend $\frac{2}{3}$ aller durch die Destillation produzierten Koak's, den Bußel zu 6 Deniers	460	8	
5 Arbeiter, deren jeder wöchentlich erhält 1 Pf. 1 Sh.	273		
Befoldung des (sehr einsichtsvollen und industriösen) Inspectors	277		
Diverse Ausgaben	879	14	
Summe der Ausgaben	2369	12	
<i>Einnahme:</i>			
Von 1000 kleinen Argand'schen Lampen, von denen jede 4 K. Fuß Gas in 1 Stunde verbrennt, und jährlich 3 Pf. 3 Sh. einbringt	3150		
Von 27624 Bußel produzierten Koak's ($\frac{1}{3}$ verkauft und $\frac{2}{3}$ zu Heizung der Retorten verwendet) à 6 Den.	690	12	
Von verkauftem Theer	22		
Gewinn auf die Beforgung des Anlegens der Röh- ren in Privathäusern	200		
Gewinn auf eine eigne Kalk-Brennerel, welche überdem die Gasläuterungs-Kosten unentgelt- lich mit befreit	7		
Summe der Einnahme	4069	12	
Also Gewinn	1700		
(Giebt 7,727 Procent Interessen.)			

2. O e l - G a s.

Ich habe Gelegenheit gehabt 13 verschiedene Oel-
gas-Apparate zu sehn, von sehr verschiedener Capa-
zität, von 10 Argand'schen Lampen bis 1200, welche
insgesammt von den Herren Taylor und Marti-

nean in London gebauet waren. Die Hrn Taylor sind die Erfinder der Oelgas-Beleuchtung, und haben ein *Patent* für die Erbauung der Apparate bekommen; ihnen hat sich später Hr. Martineau zugesellt. Diese geschickten und einsichtsvollen Ingenieure haben ihre Apparate zu einer solchen Vollkommenheit gebracht, daß jeder, der eine ihrer zahlreichen Anlagen besucht, für diese Beleuchtungs-Weise eingenommen wird. Die Einfachheit und meisterhafte Ausführung des Apparats, die Leichtigkeit womit er sich füllen und wonit sich damit arbeiten läßt, die Reinlichkeit der Lokale, und die Reinheit der Luft in denselben selbst dicht neben den Retorten, (so daß die nächsten Nachbarn auch nicht im Geringsten durch die Anlage belästigt werden), erregen sogleich die günstigste Meinung von denselben. Ich habe mit mehreren Eigenthümern solcher Apparate gesprochen, und auch nicht Einen gefunden, der nicht mit innigem Vergnügen seine vollkommene Zufriedenheit mit demselben bezeugt hätte. Diese Umstände, verbunden mit der Wohlfeilheit des unvergleichlich schönen Lichtes, und mit vollkommener Unschädlichkeit desselben für die Gesundheit, haben die Beleuchtung mit Oelgas beliebt gemacht und sehr verbreitet. Man zieht es ziemlich allgemein dem Steinkohlengas vor, und es fängt an mit diesem in eine Concurrenz zu treten, welche den Steinkohlengas-Compagnien sehr gefährlich zu werden droht. Gegenwärtig sind die HH. Taylor und Martineau mit dem Bauen dreier sehr großer Apparate beschäftigt, welche sie beinahe beendigt haben; diese sind für die Beleuchtung der Städte *Dublin*, *Liverpool* und *Bristol* bestellt, welche alle drei bisher mit Steinkohlengas beleuchtet wurden,

und bekanntlich große Steinkohlen - Bergwerke in ihrer Nachbarschaft haben. Mehrere andere Städte sind von ihnen bereits mit Oelgas beleuchtet: seit ganz kurzem *Plymouth, Taunton, Cambridge* und *Leith* in Schottland, und schon seit einiger Zeit die Städte *Hull, Norwich, Colchester*; auch beleuchten sie mit ihren Oelgas - Apparaten die Ortschaften *Bow* und *Bromley* nebst den umliegenden Gegenden, und die *Heerstraße* von *White Chapel* bei London. Die Regierung hat ihnen neuerlich ihre Zufriedenheit bezeugt über einen Apparat von 400 Argand'schen Lampen, welchen sie für die königl. *Briefpost* in London gebauet haben; dieser Apparat steht dicht neben dem Postbureau, in einem kleinen Hofe mitten in dem gedrängt - bevölkertsten Theile der Stadt, ohne irgend jemand zu belästigen. So sind auch ihre Apparate angebracht, welche das früher gebrauchte Steinkohlengas aus den *Theatern Coventgarden* und *Coburg* verdrängt haben; desgleichen ihre Apparate in der *London-Institution*, in der *Apotheker - Halle*, im *London-Hospitale* etc. Ihrer vielen Apparate nicht zu gedenken, welche seit 6 Jahren *Schlösser, Privathäuser* und *Fabriken* aller Art und Größe beleuchten; nicht nur in England, sondern auch in den entferntesten Weltgegenden, als in *Amerika, Russland, Indien* u. s. w.

Folgende Nachrichten haben mir die Herren *Taylor* und *Martineau* selbst mitgetheilt, und ich habe sie durch tägliche Erfahrung genau bestätigt gefunden:

1. Ein Gallon Oel (thierisches oder vegetabilisches macht keinen sonderlichen Unterschied), ungefähr $7\frac{1}{2}$ engl. Pfunde wiegend und einen Raum von

231 engl. Kub. Zoll einnehmend, giebt in ihren Apparaten 100 bis 110 engl. Kub. Fuß Oelgas.

2. Ein Kubik-Fuß dieses Gas giebt, gehörig verbrannt, so viel Licht als $3\frac{1}{2}$ bis 4 Kubik-Fuß Steinkohlen-Gas.

3. Eine ihrer kleineren Argand'schen Lampen oder Brenn-Mündungen, welche $1\frac{1}{2}$ Kub. Fuß Oelgas in 1 Stunde verbrennt, giebt so viel Licht als 10 Talglichter, 6 auf das Pfund, welche gleichzeitig brennen.

4. Diese Resultate erhält man mit den geringsten und wohlfeilsten Oelen, die man sich im Handel verschaffen kann, und diese schlechten Oele, wenn man sie in der HH. Taylor u. Martineau Apparaten in Gas verwandelt und dann in ihren Lampen verbrennt, geben mehr Licht als gleiche Gewichte der besten geläuterten Oele beim Verbrennen in Argand'schen Oel-Lampen.

Da dieses mir ein Paradoxon schien, habe ich selbst darüber zahlreiche Versuche angestellt. Sie fielen alle sehr günstig für das Gas aus, und zwar in verschiedenem Verhältnisse mit verschiedenen Argand'schen Oel-Lampen; und ich habe mich durch diese meine Versuche überzeugt, daß „100 Gran schlechten „Thrans in Gas verwandelt, wenigstens so viel Licht „geben als 130 Gran des besten geläuterten Rüßöls, „welches in Argand'schen Oellampen verbrannt wird.“ Doch ist das Verhältniß 130 ein Minimum und nicht der Durchschnitt, denn mehrere Versuche gaben mir ein Licht dem von 150 und sogar von 200 Gran in Arg. Oellampen gleich. Ja ich habe einen Fall erlebt, der so auffallend war, daß ich es nicht wagen würde ihn zu erwähnen, hätte ich nicht das Vergnügen ge-

habt eben diesen Versuch gemeinschaftlich mit einem meiner Freunde, einem verdienstvollen Professor der Chemie von Paris, zu machen, der dazu eine neue, in Paris verfertigte Argand'sche Astral-Lampe ganz besonders mitgebracht hatte. Wir regulirten sie so, daß sie möglichst hell, ohne Rauch, und dem Anscheine nach recht vorthellhaft brannte, und nun verzehrte diese Lampe 317 Gran Oel, indess wir um eine gleiche Menge und Intensität von Licht mittelst Oelgas zu erhalten, von diesem nur so viel zu verbrennen brauchten als aus 100 Gran Oel erhalten wird. Wir haben hierbei sorgfältig die Intensität des Lichtes nach dem Quadrate der Entfernung der Schatten berechnet, und die Menge des verbrauchten Gas nach einem Gasometer gemessen, der $\frac{1}{100}$ eines Kubik-Fusses noch sehr deutlich anzeigte.

Es erhellet aus diesen Versuchen, daß Argand'sche Lampen zwar nächst der Beleuchtung durch Gas das gleichförmigste Licht geben, doch in ökonomischer Rücksicht sehr unsichere Resultate gewähren, und das Interesse des Publikums durch sie gewissermaßen dem Zufalle Preis gegeben ist.

Aus mehreren Reihen von mir angestellter photometrischer Versuche, deren Detail ich bekannt zu machen denke sobald die Zeit mir erlaubt haben wird sie noch ein paar Mal zu wiederholen, glaube ich folgende nicht uninteressante Resultate ziehen zu dürfen. „Die Lichtquantä von einer und derselben bestimmten Intensität, welche verbreitet werden durch das Verbrennen eines bestimmten Gewichtes nachbenannter Licht-Materialien, stehen zu einander in folgendem Verhältnisse:

Oel das in Gas verwandelt worden ist	1,000
Oel in Argand'schen Lampen verbrannt	0,769
Kerzen oder Lichter 6 Stück auf das Pfund	
von Spermaceti (Wallrath)	0,493
von Wachs	0,465
von Talg	0,404

Das *Oelgas* zu diesen Versuchen hatte, bei einem Stande des Thermometers auf 74° F. und des Barometers auf $29\frac{1}{2}$ engl. Zoll, eine specifische Schwere von 0,96579, die der atmosphärischen Luft zu 1 angenommen *). Es wurde aus einem der grösseren von Taylor's und Martineau's Gaswerken hergeleitet, und in Argand'schen Lampen von ihrer Fabrik verbrannt. Die *Argand'schen Oellampen* waren von den besten, die ich mir verschaffen konnte, ohne jedoch nach Hrn Carcel's sinnreicher Bauart eingerichtet zu seyn, womit ich nächstens auch Versuche zu machen denke. Ich erwähne diese drei Umstände, weil die Art und Weise wie das Gas bereitet wird, so wie die Einrichtung der zum Verbrennen dienenden Gas- und Oel-Lampen, mit der größten Sorgfalt berücksichtigt werden müssen, wenn man möglichst viel Licht um einen möglichst geringen Preis sich verschaffen will. Denn ich habe Gas-Apparate gesehen, welche nur 86; ja einige, welche sogar nur einige 50 Kub. Fuß Gas vom Gallon Oel erzeugten, ohne daß 1 Kub. Fuß dieses Gas merklich mehr Licht, als 1 Kub. Fuß von Taylor's Gas gegeben hätte, deren man 100 bis 110 vom Gallon erhält. Die Umstände, welche Taylor's

*) Das specifische Gewicht des Steinkohlengas habe ich gefunden von 0,42455:

und Martineau's Apparaten diesen Vorzug geben, sind an sich ganz einfach und die Früchte ihrer langjährigen Erfahrung, welche sich bei der großen Anzahl von Apparaten, die sie gebaut haben, nach und nach ergaben. Sie ließen sich keine Mühe verdriessen so lange zu verbessern, als noch etwas zu wünschen übrig blieb, bis sie vor etwa zwei Jahren ihre Apparate auf den Punkt ihrer jetzigen Vollkommenheit gebracht haben.

Welchen großen Einfluß die Art das Gas zu verbrennen auf das Licht hat, davon sind mir bei meinen Versuchen merkwürdige Fälle vorgekommen, wo ich etwa nur den hundertsten Theil der gewöhnlichen Licht-Intensität erhielt, indess in gleicher Zeit doch eben so viel Oel-Gas oder Steinkohlen-Gas und atmosphärische Luft zuströmten als gewöhnlich, und auch vollkommene Verbrennung Statt fand. Diese auffallende Erscheinung rührte blos von veränderter Form der Lampe und des über der Flamme befindlichen Glases her, und schien mir auf physikalischen, vielleicht auch auf mechanischen Grundsätzen zu beruhen, wie die nähern Umstände zeigen werden, die ich, um nicht gar zu weitläufig zu werden, für einen künftigen Anfsatz aufspare, indem ich mich hier begnüge nur anzumerken, wie außerordentlich die Lichtmasse, welche von einer bestimmten Menge Oels oder Gases zu erhalten ist, von den Umständen des Verbrennens, und von der Einrichtung der Gas-Lampen abhängt.

Noch muß ich erwähnen, daß ich bei den mit dem Gaslicht zu vergleichenden Oellampen- und Kerzen-Lichte jedesmal den Augenblick aufzufassen bemüht gewesen bin, wo ihr Leucht-Vermögen das Ma-

ximum erreicht hatte. Dieses schien mir billig zu seyn, weil eine Gas Lampe so lange sie brennt das Maximum der Licht-Intensität, auf die man sie Anfangs regulirt hat, unverändert zu geben fortfährt, indeß man in dem gemeinen Leben im Durchschnitte von Oellampen und Kerzen nur etwa $\frac{3}{4}$ jenes Maximums wirklich erhält; denn es würde eine ermüdende Aufmerksamkeit dazu gehören, sie fortwährend bei dieser Intensität zu erhalten, indem zu dem Ende ein Talglicht wenigstens alle 5 Minuten müßte gepntzt werden, ein Spermaceti- und Wachs-Licht alle 10 Minuten, und eine Argand'sche Lampe alle halbe Stunden. Wartet man damit länger, so vermindert sich ihre Helligkeit merklich durch die fortschreitende Verkohlung der Dochte, und durch das tiefere Stehen des Niveau der Flüssigkeit unter die Spitze des Dochtes.

Ich lasse nun, als ein Gegenstück zu den vorhin mitgetheilten Berechnungen über das Steinkohlen-Licht, eine Berechnung folgen der Anschaffungskosten oder des erforderlichen Kapitals, der jährlichen Unkosten, und des jährlichen Ertrags eines Oelgas-Apparats, wie die Herren Taylor und Martineau solche hier zu Lande fertig aufbauen und garantiren. Der Oelgas-Apparat, worauf sich diese Berechnung bezieht, vermag 2278 Argand'sche Lampen mit Gas zu versehen, deren jede an Intensität des Lichtes gleich ist der einer Argand'schen Steinkohlengas-Lampe, welche 5 bis 6 Kub.Fuß Steinkohlengas in jeder Stunde verbrennt, und täglich vom Dunkelwerden an bis 9 Uhr Abends (wir wollen zum Durchschnitte annehmen 3 Stunden täglich das ganze Jahr hindurch von 313 Werktagen) brennt:

<i>Kapital - Anlage.</i>		Pf.	St.	Sh
Erforderliche Apparate mit 2 Gasometern und ihren				
gufs - eisernen Wasser-Cisternen	2800			
40000 Fufs Röhren von verschiedenem Durchmef-				
fer, durch die Straßen fertig gelegt, und das				
Steinpflaster wieder hergestellt	3666			
6000 Qn.Fufs Land, muthmafslich angeschlagen zu	500			
Schöne ansehnliche Gebäude angeschlagen zu	2000			
Summe	8966			
<i>Jährliche Ausgaben:</i>				
Ein Arbeiter 36 Sh., und sein Gehülfe 12 Sh, die Woche	124	16		
Ein Aufseher	200			
Erhebungs - Gebühren	200			
Unterhaltungs - und Ausbesserungs-Kosten auf das				
Maximum angeschlagen zu 10 Procent auf die				
Apparate und 2½ Procent auf die Röhren	362	10		
	887	6		
Unvorhergesehene Ausgaben	400			
32086 Gallons Oel a 2 Shilling	3208	12		
Summe der Ausgaben	4495	18		
<i>Einnahme:</i>				
3208563 Kub.Fufs Oelgas zu dem gewöhnlichen				
Preise verkauft, 1000 Kub.Fufs zu 50 Shill.,				
werfen ab 8021 Pf., wovon 6 Proc. Disconto				
mit 481 Pf. abgehn, also Netto-Ertrag bleibt	7540			
Bleibt Gewinn	3044	2		
(Beträgt 33,954 Procent Interessen.)				

Ich hätte gewünscht Rechnungs - Auszüge von einigen Oelgas - Compagnien beibringen zu können, allein die früheren Anlagen dieser Art sind in den Händen weniger Privat-Eigenthümer, welche ihren Gewinn nicht öffentlich bekannt machen, und die neueren haben noch nicht lange genug beleuchtet um eine Jahr-Rechnung abzulegen.

3.

Vergleichende Uebersicht des Resultats der 5 beschriebenen Apparate zur Beleuchtung mit Steinkohlen- und mit Oel-Gas.

4. Vorläufige Bemerkungen.

Um eine Vergleichung anstellen zu können zwischen den Resultaten der 5 bis jetzt zergliederten Anstalten, werde ich nun berechnen was 1000 Kub.Fuß Steinkohlen-Gas in jeder der 4 ersten Anstalten kosten, was sie eintragen, und wie viel Kapital-Anlage sie verursacht haben; und bei der Oelgas-Anstalt werde ich dasselbe für 250 a 286 Kub.Fuß Oelgas berechnen, weil diese, wie wir gesehen haben, ein Aequivalent sind für 1000 Kub.Fuß Steinkohlengas.

1. Die Steinkohlengas-Compagnie in *Glasgow* verkauft ihr Gas um 3 Pf. 19 Sh. für jede Argand'sche Lampe No. 3, die dafür das Jahr von 313 Tagen hindurch, vom Dunkelwerden bis 9 Uhr Abends brennt. Nach dem Durchschnitt von 3 Stunden für den Tag, und 5 K.F. Gas für die Stunde gerechnet, setzt dieses für jede Lampe (die 3,19 Pf. jährl. kostet) einen Verbrauch von 4695 K.F. Gas jährlich voraus; giebt für 1000 K.F. Gas einen Verkaufspreis von 16 Sh. 9½ Den. Die Anstalt bewilligt bedeutenden Rabat auf große Consumptionen, welchen man wegen der zahlreichen großen Fabriken die sie zu verseln hat zu 20 Procent auf den ganzen Verkauf anschlagen kann, wodurch der Nettopreis von 1000 Kub.Fuß auf 13 Sh. 5¼ Den. = 13,450 Sh. reducirt wird.

Nun hat aber die Compagnie für eine 9-monatliche Beleuchtung 4828 Pf. 13 Sh. 8 Den. eingenommen, welches einen Verkauf voraussetzt von 7180200 Kub.

Fuß, zu 13,450 Sh., in 9 Monaten, oder von 9573600 Kub.Fuß das Jahr hindurch.

Da das in dieser Anstalt angelegte Kapital 50266 Pf. 9 Sh. 7 Den. beträgt, und hier im Jahre 9573600 Kub.Fuß Kohlengas producirt werden, so ergiebt sich hieraus, daß eine jährliche Production von 1000 Kub. Fuß nach diesem Maassstabe eine Kapital-Anlage von 105 Schillingen erfordert habe, daß sie ferner zu stehen komme an Steinkohlen auf 5 Sh. (16 Sh. 8 D. per Tonne), ferner an Arbeitslohn 2 Sh. 6 D. (aber nur auf 7180200 K. F. berechnet) u. s. w., wie es die unter *B* folgende Tabelle ausweist.

2. Die *Liverpool*-Compagnie verkauft ihr Gas um 3 Pf. 18 Sh. die Argand'sche Lampe von 5 K.F. Gas-Verbranch in 1 Stunde, nach dem was so eben für Glasgow erörtert ist; macht 16 Sh. 7 D. per 1000 K.F. Da die Anstalt aber den Abonnenten das nach 9 Uhr Abends verbrauchte Gas wohlfeiler als das vor 9 Uhr verbrannte abläßt, so ist der wahre Preis auf 15 Sh. für 1000 K.F. zu reduciren; und auch davon sind noch 6 Procent im Durchschnitte abzurechnen, denn die Anstalt bewilligt dem Consumenten $2\frac{1}{2}$ bis $12\frac{1}{2}$ Proc. Rabatt, je nachdem ihr Jahr-Abonnement bedeutend ist. Dadurch wird der Netto-Preis auf 14 Sh. $1\frac{7}{8}$ D. oder 14,100 Sh. reducirt, und hiernach setzen 9858 Pf. 9 Sh. a 14,100 Shill. per 1000 K.F. eine Menge von 13985647 Kub.F. Gas voraus.

3. Die Kohlengas-Compagnie zu *Oxford* läßt sich 3 Pf. 3 Sh. für eine kleine Argand'sche Lampe bezahlen, welche 4 Kub.Fuß in der Stunde verbrennt, für 315 Tage bis 9 Uhr Abends, welches 3756 K. F. per Lampe im Jahre macht, so daß die 1000 Abonne-

ments-Lampen dieser Compagnie in Confumtion 859 gewöhnlichen Londn. Lampen von 5 K. F. gleich find.

4. Die *Oelgas-Compagnie* von White Chapel Road bei London verkauft ihr Gas nach dem Gasometer um 50 Sh. (2 Pf. 10 Sh.) jede 1000 K.F., welche ungefähr so viel Licht als 4000 K.F. Steinkohlengas geben, und bewilligt darauf 5 Procent Disconto. Ich habe

B. Vergleichende Ueber

der fünf zuvor beschriebenen Anstalten zur Beleuchtung nehmen, des Kapitals welches sie erfordern, der laufenden trags; jeden Artikel *pro rata* auf 1000 Kub.Fufs Steinkohl-
250 à 286 Kub.Fufs

Nach dem Durchschnitt von einem Jahr erforderte die Production von je 1000 Kub. Fufs Steinkohlen-Gas	in den Apparaten der Stein	
	Glasgow von 2036 Arg. Lampen,	Glasgow von 3241 Arg. Lampen,
	18 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$
I. an Erdoberfläche Quadratschuh	5,391	3,387
II. an Kapital-Auslage	Shill.u.Dec.th.	Shillings etc.
1) für Landankauf	3,141	65,993
2) Gebäude	55,870	
3) Apparate	46,000	
4) Röhren		
Summe	105,011	65,993

diesen Preis zum Grunde gelegt, obgleich man in den Provinzial-Städten das Oelgas theurer verkauft, in Colchester z. B. um 65 Shill., und in der Berechnung durchgehends die kleineren Vorthelle, die mit dem Oelgas verbunden sind, aus der Acht gelassen, da es durch seine charakteristischen Hauptvorzüge den andern Leucht-Materialien schon überlegen genug ist.

sicht der Resultate,

mit Gaslicht, hinsichtlich des Raumes welchen sie ein-
Ausgaben welche sie verursachen, und ihres jährlichen Er-
leugas, und für den Oelgas-Apparat auf ein Aequivalent von
Oelgas berechneten.

Kohlen-Gas-Compagnieen zu		im Durch-	Taylor's
Liverpool	Oxford	schnitt dieser 4,	Oelgas-Appar.
von 2975	von 859	ein Apparat	von 2278
Arg. Lampen,	Arg. Lampen,	von 2278	Arg. Lampen,
		Arg. Lampen,	nur auf das
			Minimum be-
			rechnet gleich
1820	1822	im Jahr 1820	10695210 K.F
			St. Kohlengas
		4,389	0,560
?	?		
Shillinge	Shillinge	Shillinge	Shillinge
72,452	53,248	90,151	0,935
	37,274		3,740
	26,624		5,236
			6,856
72,452	117,146	90,151	16,767

Nach dem Durchschnitte von einem Jahr veranlaßte die Production von je 1000 Kub. Fuß Stein- kohlen-Gas an:	in den Apparaten der Stein	
	Glasgow von 2036 Arg. Lampen,	Glasgow von 3241 Arg. Lampen,
	18½	18½
III. Jährlichen Ausgaben:	Shill. u. Dec. th.	Shillings etc.
1) für St. Kohlen zur Destillation	5,093	4,246
2) desgl. zum Heitzen		
3) Gaslütungs-Kosten	0,365	0,495
4) Reparatur und Unterhaltung	0,113	0,703
5) Arbeitslohn	2,507	2,040
6) Aufsicht u. f. w.		0,597
7) Diverse Ausgaben	0,205	1,038
Summe	8,283	9,119
IV. Jährlichen Einnahmen:		
1) für Gas	13,450	13,450
2) Koaks	0,366	0,392
3) Theer		0,067
4) Ammoniak-Wasser		
5) Zufällige	0,190	0,190
Summe	14,006	14,099
Davon die Ausgaben	8,283	9,119
Bleibt Netto-Ertrag	5,723	4,980
Giebt vom Hundert an Interessen	4,087	7,546

Aus der Vergleichung dieser vier Steinkohlengas-Apparate erhellt erst, daß solche die darin angelegten Kapitalien im Durchschnitte zu ungefähr 7 Proc. ver-
interessirt haben in solchen Gegenden, wo der Durch-

Kohlen-Gas-Compagnieen zu		im Durch-	Taylor's
Liverpool	Oxford	schnitt dieser 4,	Oelgas-Appar.
von 2975	von 859	ein Apparat	von 2278
Arg. Lampen,	Arg. Lampen,	von 2278	Arg. Lampen,
1820	1822	Arg. Lampen,	nur auf das
		im Jahr 1820	Minimum be-
			rechnet gleich
			10695210 K.F
			St.Kohlengas
Shillinge etc.	Shillinge etc.	Shillinge etc.	Shillinge etc.
4,526	2,553	4,717	6,000 (Oel)
	2,451		0,000
0,206		0,266	0,000
1,613		0,607	0,678
1,461	1,454	1,866	0,233
1,080	1,475	0,788	0,748
1,237	4,684	1,791	0,748
10,123	12,617	10,035	8,407
14,100	16,773	14,443	14,100
1,457	3,677	1,473	0,000
0,588	0,117	0,197	0,000
0,016	1,102	0,370	0,000
16,161	21,669	16,483	14,100
10,123	12,617	10,035	8,407
6,038	9,052	6,448	5,693
8,334	7,727	6,923	33,954 p.C.

schnitts-Preis der Steinkohlen sich auf 18 Sh. 4 D. beläuft, indeß eine Oelgas-Anstalt, welche den Gallon Oel mit 2 Shillingen bezahlt, die darin angelegten Kapitalien fast zu 34 Procent Zinsen geltend machen kann.

Preise verschiedener Arten von Beleuchtung.

Es ist mir nun noch übrig den *Preis auszumitteln*, auf den eine bestimmte Menge Licht von gleicher Intensität zu stehen kommt, vermittelt eines jeden der *sechs Beleuchtungs-Materialien*, die ich untersucht habe, und zwar nach den jetzigen Preisen in London; das Verhältniß läßt sich dann leicht auf die Preise irgend eines andern Landes reduciren.

1. Die verschiedenen *Steinkohlengas*- und Koak-Compagnien in London lassen sich bezahlen für die Unterhaltung einer Argand'schen Gaslampe, welche in der Stunde 5 K.F. Gas verbräucht und 313 Tage im Jahre vom Dunkelwerden bis Abends 9 Uhr, d. i. im Durchschnitt 3 Stunden lang täglich brennt, (also 4695 K.F. Gas braucht) ohne Disconto 4 Pf. 0 S. 0 D.

2. Die White Chapel Road Oelgas-Compagnie bei London verkauft eine gleiche Menge Licht (d. h. 1342 Kub. Fuß Oelgas, welche gleich sind 4695 a 5368 K.F. Steinkohlengas) für 3 Pf. 7 Sh. 1 D. (50 Sh. per 1000 Kub. Fuß), wovon 5 Procent Disconto mit 3 Sh. 4 D. abgehen, 3. 3. 9.

3. Dasselbe Licht vermittelt Argand'scher Oellampen, welche 17,451 Gallons geläutertes Rüböl verbrennen, à 4 S. 6 D. = 3. 18. 6. (denn 1342 K.F. Oel-Gas erhält man durch Destillation von 13,420 Gallon Oel, und diese, nach der Erfahrung S. 128, vermehrt im Verhältniß 769 : 1000, geben = 17,451 Gallons.)

4. Dasselbe Licht von 249,12 Pfund
 Talglichtern 6 auf das Pfund,
 à 10 Den. per Pfd 10 Pf. 7 S. 7 D.
 (17,451 Gallons à $7\frac{1}{2}$ Pfd sind 130,882 Pfd,
 vermehrt im Verhältniß 404:769 = 249,12 Pf.)

5. Dasselbe Licht von 204,15 Pfund
 Spermaceti-Lichten 6 Stück per Pfund
 (495:404::249,12:204,15) à 3 Sh. pr Pfd, 30. 12. 5½.

6. Dasselbe Licht von 216,44 Pfund
 Wachskerzen 6 Stück auf das Pfund
 (465:404::249,12:216,44) à 4 Sh. pr Pfd, 43. 5. 9.

Hieraus folgt, daß die verschiedenen Preise einer und derselben Lichtmasse, je nachdem man sie von einem oder dem andern der vorgenannten 6 Leucht-Materialien erhält, in folgendem Verhältnisse stehen; nach dem Londner Preisen:

Oel-Gas;	Oel in Arg. Lampen;	St.Kohlen-gas;	Talg-Lichte;	Spermaceti-Lichte;	Wach-Lichte
1,000.	1,2314.	1,2549.	3,2562.	9,6071.	13,5805.

Wir sehen hier daß das Oelgas unter allen Leuchtstoffen den ersten Rang behauptet durch seine Wohlfeilheit; es behauptet ihn aber auch durch seine Salubrität, denn es giebt beim Verbrennen weder lästige Dünste noch Rauch, wodurch es vorzüglich schätzbar wird an Hof, in Gesellschafts-Zimmern, Wohnzimmern, Bureaux, Kirchen, Theatern, Kaufmannsläden, Fabriken aller Art etc., indess das Steinkohlengas, welches gewöhnlich Schwefel-Wasserstoffgas mit sich führt, der Gesundheit schädlich wird, kostbare Metalle, Vergoldung u. Verfilberung schwärzt, und daher reiche Meublen, Spiegel und Bilderrahmen, Damenschmuck,

und manche Farben der Gemälde angreift und gänzlich entstellt; Unannehmlichkeiten, welche gewiss wichtig genug sind uns zu veranlassen, das Steinkohlen-Gaslicht aus unsern Wohnungen gänzlich zu verbannen, und seinen Gebrauch auf Straßen-Beleuchtung und auf die Beleuchtung von Hallen, Vorplätzen und andern Orten einzuschränken, wo man ohne Nachtheil einen Zugwind oder starke Ventilation fortwährend unterhalten kann,

Jedermann der nur Oelgas gesehen hat gesticht, daß die Flamme desselben jedes andre Licht an Schönheit und Glanz übertrifft. Man ist hiervon so allgemein überzeugt, und wünscht so eifrig die Vortheile zu genießen die es gewährt, daß sich noch kürzlich eine *neue Oelgas-Compagnie* unter dem Voritze des Lord-Mayor's der Stadt London hier gebildet hat, um die Einwohner in allen Gegenden der Stadt damit zu versehen, indem es ihnen *zugefahren* wird in *tragbaren* Lampen und größeren Gefäßen, worin man das Oelgas zu einer Dichtigkeit von 30 Atmosphären Druck zusammenpreßt. Die dazu erforderlichen Apparate etc. sind von den Hrn Taylor und Martineau gebauet worden.

Dieser Eifer, womit man jetzt in England die Oelgas-Anstalten zum Nachtheile der Kohlengas-Compagnien befördert, könnte hinsichtlich der am Eingange dieses Aufsatzes angeführten Umstände, inconsequent scheinen; allein der Wallfischfang der Engländer in Grönland und Davis Straße ist nicht unbedeutend und verdient, wenn schon ungleich weniger wichtig als der Steinkohlen-Bergbau, doch auch berücksichtigt zu werden; sogar das Gouvernement thut etwas zur Beförde-

rung des Wallfischfangs, indem es jedem Schiffe eine jährliche Gratification (*Bounty*) von 300 Pf. Sterl. bewilligt, welches mir bemerkenswerth scheint, da ich im Allgemeinen finde, daß ein Gouvernement nicht leicht weniger für gemeinnützige öffentliche Anstalten thun kann als das Englische thut, indess das Französische hierin sich sehr liberal bezeigt hat und noch bezeigt. Ich habe einen Auszug gemacht aus den über diesen Handelszweig bekannt gemachten Rechnungen, woraus sich ergibt, daß die 16 englischen Häfen, welche in diesen Unternehmungen speculiren, im Jahre 1820 nicht weniger als 159 Schiffe, zusammen von einer Capacität von 50537 Tonnenlast, auf diese Art des Fischfangs ausgesandt haben; diese tödteten 1573 Wallfische und 5760 Seekälber, welche 19206 Tonnen Oel lieferten (die Tonne zu 252 Gallons, macht 32 024 340 Pfunde Oel). Und seit dem Jahre 1813 sind nie weniger als 143 Schiffe jährlich ausgesendet und nie weniger als 10682 Tonnen Oel, oder vielmehr Thran, von ihnen mit zurück gebracht worden.

Man könnte den Zweifel hegen, ob auch wohl dem Oelgas auf dem festen Lande dieselben Vorzüge vor den übrigen Lencht-Materialien zukommen möge, die es in England vielleicht nur einigen Local-Umständen verdanke? und ob man nicht auf dem Continente, z. B. in Paris, im Stande seyn sollte Steinkohlen-Gas billiger als in London zu fabriciren? Ich glaube diese Bedenken mit wenigen Worten durch die Bemerkungen heben zu können, daß *erstens* Oelgas-Fabriken stets und in jedem Lande drei bedeutende Vorthelle über Privatpersonen haben, welche sich Argand'scher Oellampen bedienen, indem sie nämlich

wenigstens 30 Procent Licht durch die Destillation gewinnen, ungeläuterte und geringe Oele anwenden können, indess der Privatmann raffinirtes Oel brennen muß, und den Vorthail haben beim Ankauf großer Vorräthe die günstigsten Jahreszeiten sowohl, als auch sonstige günstige Nebenumstände, um möglichst billig einzukaufen, benutzen zu können. Und was *zweitens* die Bereitung des Steinkohlengas betrifft, so hat bei ihr England nicht bloß vor allen andern Ländern den Vorthail eines Ueberflusses an Steinkohlen durch das ganze Königreich voraus, sondern auch den des wohlfeilen Preises guten Gufseisens, und der vielfältigen Gelegenheit die Koaks abzusetzen; des vielfältigen Theerverbrauchs beim Seewesen nicht zu gedenken, welches in England diesem Artikel einigen Werth giebt. Jederman in England ist gewöhnt zu allen Heitzungen für den Hausgebrauch Steinkohlen zu brennen, daher niemand es lästig oder schwer finden würde, statt ihrer Koaks zu brauchen, wenn ein geringerer Preis dieses vorthailhaft machte, und man hätte bei der Einführung derselben hier nicht erst Gewohnheiten und Vorurtheile zu bekämpfen, wie das in den mehrsten Ländern auf dem Continente, welche Holz brennen der Fall seyn dürfte.

Bei der Oelgas-Bereitung habe ich nichts für Heizung der Retorten ausgeworfen, weil die Herren Taylor und Martineau auf eine sinnreiche Art ihre Retorten unentgeltlich heitzen, indem sie solche über einen Koak-Ofen setzen, worin sie Koaks für die Eisen- und Messing-Gießereien bereiten. Die in diesen Oefen sich entwickelnde Hitze ist vollkommen hinreichend Oelgas zu fabriciren, wozu keine so hohe Temperatur

als zu dem Steinkohlengas erfordert wird, weshalb Oelgas-Retorten auch länger brauchbar bleiben. Die Koaks, die sie auf diese Art produciren, sind vorzüglich gut, schwer und compact, und werden von den Gießern sehr gesucht; gewöhnlich sind sie schon im Voraus bestellt, indem man sie den leichten porösen Koaks, die in den Kohlengas-Retorten zurückbleiben, bei weitem vorzieht. Letztere sind zum Eisenguss fast gänzlich unbrauchbar, weil sie dem Gebläse nicht widerstehen und keine sehr intensive Hitze geben; während von guten compacten Koaks 40 Pfund hinreichen um 100 Pfd gutes Gussseisen zu schmelzen, bewirken von Koaks aus den Retorten der Steinkohlengas-Anstalten dieses kaum 60 Pfund, und das weniger gut.

Schließlich will ich noch berechnen, wie hoch auf dem Continente der Preis des Oels steigen müßte, wenn es möglich seyn sollte Steinkohlengas mit Oelgas in Concurrenz zu bringen, vorausgesetzt daß man dort das Steinkohlengas um denselben Preis bereiten könnte, als in London. Ich will die Vergleichung für Paris machen, da dessen Münz-, Maas- und Gewichts-system am einfachsten zu berechnen ist.

Aus der vorhin mitgetheilten Tabelle erhellet, daß die Provinzial-Steinkohlengas-Compagnien ihre angelegten Kapitalien im Durchschnitte zu 6,923 Procent geltend machen, indem sie 1000 Kub. Fuß Gas im Durchschnitte zu 14,443 Shilling verkaufen, und die Steinkohlen zu 18 Shill. 4 Den. die Tonne einkaufen. Die Londner Compagnien lassen sich zwar für 1000 Kub. Fuß ihres Gas 17,0594 Shillinge bezahlen, gewinnen daran aber doch nicht mehr als die Provinzial-Compagnien, weil sie die Steinkohlen in London viel

theurer bezahlen müssen als sie jenen zu stehn kommen. Ich nehme zum Behuf dieser Berechnung an, das Oelgas-Licht habe mit dem Steinkohlen-Licht einerlei Preis, wodurch ich den wahren Preis von 66½ Shilling die Lampe das Jahr über, auf 80 Shilling erhöhe. Für unsern angenommenen Oelgas-Apparat von 2278 Lampen würde dieses eine jährliche Einnahme von 9112 Pfund Sterling geben, und daher dessen Kapital-Interessen von 34 Procent auf 51,483 Procent erhöhen, wenn man das Oel zu 2 Shilling die Gallon einkauft. Nun wiegt aber 1 Gallon Oel 3 Kilogramme und 450 Gramme, und rechnen wir den Cours das Pfd Sterling zu 25 Francs, so findet sich, daß der Preis auf welchen der Ertrag unsers Oelgas-Apparats berechnet ist, die 50 Kilogramme Oel (etwas über 100 Pfund) auf 56 Francs 23 Centimes setzt. Ferner finde ich, daß wenn 50 Kilogramme Oel in Paris auch bis auf 81 Fr. 34 Ct. stiegen, die Unternehmer der Oelgas-Beleuchtung dennoch 6,923 Procent Interessen von ihren Kapitalien erhielten, ohne den Preis ihres Gas zu erhöhen. Und dann erst könnte Steinkohlen-Gas mit Oel-Gas in Concurrenz treten, vorausgesetzt nämlich, daß man Steinkohlen-Gas in Paris um denselben Preis fabriciren könnte als in London, welches sehr zweifelhaft ist, zu untersuchen aber außer meinem gegenwärtigen Plane liegt.

B e s c h l u ß.

Wenn wir alle in vorstehendem Anfsatze vorgebrachten Thatfachen mit einander vergleichen, so ergibt sich, daß von den darin untersuchten sechs Leucht-Materialien, das Oel-Gas die meisten und

größten Vorthelle in sich vereinigt, und den Local-umständen fast aller Länder des Continents vollkommen entspricht. Es scheint den Vorzug zu verdienen nicht bloß in Beziehung auf die Gesundheit, und weil es wohlfeiler und glänzender ist, sondern auch wegen seiner unvergleichlichen Schönheit, und als Gegenstand merkantilischer Speculation, in der man seine Kapitalien sicher anlegen kann, vorausgesetzt, daß man sich nicht auf kostspielige neue Versuche einlasse, oder Apparate baue, deren unfehlbaren Erfolg die Erfahrung noch nicht verbürgt hat. Und hier berühre ich einen Umstand auf den man nicht aufmerksam genug seyn, und eine Gefahr, vor der man sich nicht zu sehr hüten kann; denn nichts ist Verderben-bringender als die Erbauung unzweckmäßig-combinirter Apparate, bei denen gewöhnlich sammt dem Arbeitslohn auch die Materialien verloren sind, und nicht bloß das Kapital, sondern auch das Zutrauen des Publikums zu einer nützlichen technischen Unternehmung dahin schwinden.

Wollen wir die Oelgas-Fabrikation mit der Steinkohlengas-Bereitung ins besondere vergleichen, so zeigt die vorstehende Tabelle auf eine auffallende Weise, daß die HH. Taylor und Martineau sich um die Gas-Beleuchtung ein nicht geringes Verdienst erworben haben. Denn indem sie die kolossalen Kohlengas-Apparate durch compendiöse und bequeme Oelgas-Apparate ersetzten, haben sie die zu der Unternehmung erforderlichen Kapitalien auf den *vierten* Theil reducirt, den nöthigen Raum auf den *sechsten* Theil,

die Handarbeit auf den *achten* Theil, die Gasreinigungs-Kosten auf 0, das Heitzmaterial auf 0, die Kapazität und man kann hinzusetzen die Länge der Leitungs-Röhren auf den *dritten* Theil, endlich das Volumen der Gasometer (welche von jeher den lästigsten und anstößigsten Theil der Steinkohlengas - Apparate ausgemacht haben) auf den *vierten* Theil. Ueberdem haben sie, was nicht das Unwichtigste ist, ihre Apparate so zweckmäßig eingerichtet, daß ihre Nachbarschaft niemandem lästig wird, so daß sie ihre Gasbereitungs - Anstalten mitten in der Stadt aufbauen können, wodurch die mit dem Eingraben großer Längen von Leitungs - Röhren verbundenen Kosten, Ungemach und Zeitverlust erspart werden.

Aus dem in englischen öffentlichen Blättern gegen und für die Beleuchtung durch Oelgas mit großer Hitze geführten, sehr wortreichen Streite, leuchtet wenigstens Eine Wahrheit hell hervor, daß nämlich die sich ausbreitende Einführung der Oelgas-Beleuchtung dem Interesse derer zuwider sey, welche in Kohlengas-Werken theilhaftig sind, und ihnen, wie man zu sagen pflegt, ein Dorn im Auge ist. Für die Wissenschaft hat man durch diesen Streit nichts gewonnen, denn nicht Wahrheitsliebe, sondern nur merkantilischer Speculationsgeist führte ihn. Ein Paar Provinzial-Chemiker haben bei dieser Gelegenheit, von einer Kohlengas-Compagnie aufgefordert, einige photometrische Versuche gemacht, solche zu möglichst unvortheilhaften Resultaten für das Oelgas gebracht, und darüber Flugzettel drucken lassen, denen man im ganzen Lande auf alle mögliche Weise,

(das Anheften an den Straßenecken vielleicht ausgenommen) die größte Publicität gegeben hat. Ohne weder in die Wahrheitsliebe noch in die Genauigkeit der erwähnten Chemiker den geringsten Zweifel setzen zu wollen, ziehe ich aus ihren Versuchen nur den einfachen Schluß: daß es ihnen nicht gelungen warin ihrem kleinen, dazu besonders erdachten, Apparate ein gutes Oelgas zu bereiten *).

In Amerika hatte man schon vor einiger Zeit beschlossen Gaslicht im Großen einzuführen, und da man bei diesen Widerprüchen nicht wußte, ob dem Steinkohlengas oder dem Oelgas der Vorzug zu geben sey, einen geschickten Ingenieur abgesendet um die besten Gaswerke in England und Schottland zu bereisen. Auf seinen Bericht hat er vor acht Tagen Auftrag bekommen, sofort bei den HH. Taylor's die nöthigen Apparate zu bestellen, um die Stadt New-York ohne weiteres Bedenken mit Oelgas zu beleuchten. Bei dieser Gelegenheit hat man zum ersten Male Oelgas und Steinkohlengas von großen benachbarten Gaswerken in Röhren in ein und dasselbe Zimmer geführt, und mit beiden vor einer Versammlung von Chemikern und Physikern, bei der ich selbst zugegen

*) Wahrscheinlich hat hier Hr. Preuß unter andern die Versuche der HH. Herapath und Rootsey in Bristol im Auge, welche in Tilloch's Magazin erschienen sind, und die ich meinen Lesern im Auszuge vorzulegen im Begriff war als ich den gegenwärtigen Aufsatz erhielt, [in der That auch unter III kurz zusammengedrängt beifüge, um keiner Parteilichkeit gegen das Steinkohlengas geziehen zu werden]. *Gilb.*

war, unter der Leitung des verdienstvollen Richard Phillips, eine Reihe zahlreicher Versuche angestellt. Sie setzen es außer Zweifel, daß 1 Kub. Fuß Oel - Gas so viel Licht giebt als $3\frac{1}{2}$ Kub. Fuß Steinkohlen - Gas. Meine im vorigen Jahre erhaltenen Resultate werden also durch diese Versuche vollkommen bestätigt. Am Ende gegenwärtigen Monats wird darüber ein Aufsatz in einer unserer ersten englischen gelehrten Zeitschriften erscheinen *).

London den 11ten October 1823.

No. 45 Charles Street City Road.

J. Preufs.

- *) Dieses ist durch Hrn Timothy Dewey von New-York, der diese Versuche anordnete, im December geschehn, und ich werde sie meinen Lesern künftig ausführlich vorlegen. Als die Flammen so eingerichtet waren, daß sie gleiche Helligkeit gaben, wurden in 1 Stunde verzehrt von dem *Steinkohlengas* von spec. Gew. 0,4069 aus dem Imperial - Etablissement 4,85 K.F., und von dem *Oelgas* aus der Compagnie of the Bow 1,37 K.F. Ueberdem fand Hr. Dewey daß 1 Gallon gereinigter Wallfischthran über 100 K.F. Oelgas giebt. . . „In bin vollkommen überzeugt, äußert sich Hr. Ingen. Preufs in seinem Briefe an mich, daß Beleuchtung durch Gaslicht jede andere an Schönheit und gleichbleibender Helligkeit weit übertreffe, und Oelgas dem Steinkohlengas dabei überall vorzuziehn sey, Gegendem ausgenommen, wo Oel und Thran theuer, Steinkohlen aber äußerst wohlfeil und überdem große Kapitale leicht zu haben sind. Für solche würde ich Steinkohlen - Gaslicht anrathen, bei der Beleuchtung aber die gehörigen Vorkehrungen treffen, daß die Luft, in welcher das Gas verbrennt, mit der Luft in den Zimmern, worin dieses geschieht, außer Verbindung bliebe. . .“ *Gilb.*

II.

Theorie der Beleuchtung mit künstlichem Lichte;

aus einer Vorlesung von

Hrn CLEMENT-DESORMES, Prof. d. techn. Chem. *)

Die Anstalten, welche sich in Paris gebildet haben, um die Schauspielhäuser und die Gewölbe der Kaufleute in den schönsten Theilen der Stadt mit Gas zu erleuchten, geben dieser Materie ein allgemeines Interesse.

Von allen Mitteln, welche wir besitzen uns Licht zu verschaffen, ist das Verbrennen das Einzige von dem wir wirklich Gebrauch machen. Gewöhnlich werden in dieser Absicht Wachs, Talg und Oele verbrannt.

Das Talg ist in Häutchen eingeschlossen, aus denen man es ausschmelzt, wobei es indeß so stark erhitzt werden muß, daß diese Häutchen sich verkohlen; dann erst reißen sie, verringern aber durch Beimengung der Kohle die Güte des Talgs. Man sollte daher lieber die Häutchen durch Schlagen oder durch Zerdrücken zwischen Walzen zerreißen, um das Talg bei mäßiger Wärme ausschmelzen zu können. Der Talg selbst ist eine Mischung von zwei verschiedenen Körpern, Stéarine und Eläine; der erste ist fest, der zweite flüßig.

*) Frei ausgezogen aus einem Pariser Blatt vom 19t. und 21st. December 1823 von Gilbert.

Da die Oelfamen einen sehr starken Druck verlangen, wenn aus der Rinde derselben alles Oel herausgepresst werden soll, so hat man auch hierbei die Wärme zu Hülfe genommen. Man bringt den Samen auf stark erhitze Platten; sie machen das Oel fließen, rösten aber zugleich den Rinde-artigen Theil des Samens, wodurch sich dem Oele Kohlenstoff und in der sehr erhöhten Temperatur auch der Schleim des Samens beigemengt. Um dem ersten Nachtheile vorzubeugen erhitzt man jetzt die Platten nicht unmittelbar durch Feuer, sondern durch Wasserdampf, und um den beigemengten Schleim abzusondern verkohlt man ihn (?) durch Zufetzen von etwas Schwefelsäure zu dem Oele, filtrirt es dann durch thierische Kohle, und wäscht es mit Wasser um die Schwefelsäure wieder fortzuschaffen, welche die Lampen angreifen würde.

Es bestehen aber 100 Theile

	Wachs	Stéarine	Elaïne	Leinöl	Harz
aus Kohlenstoff	81,784	82,17	74,80	76,010	75,944
Wasserstoff	12,672	11,23	11,65	11,351	10,719
Sauerstoff	5,544	6,32	13,55	12,635	13,337

Das Leinöl [und eben so jedes der andern ausgepressten Oele] zerfällt sich in der Hitze, und die drei in ihr sich trennenden Grundstoffe desselben vereinigen sich theils wieder alle drei in andern Verhältnissen, theils je zwei mit einander. Beim Destilliren desselben aus einer Retorte kann man so Essigsäure erhalten. Läßt man es Tropfenweise in einen eisernen Cylinder fallen, der so stark erhitzt ist, daß er eben leuchtend wird, welches man mit „kirschrothes Glühen“ be-

zeichnet (bis etwa 600° C.), so zersetzt es sich, und die Grundstoffe desselben verbinden sich je zwei, der Sauerstoff mit einem Theile des Kohlenstoffs zum kohlenfauren Gas, und der Wasserstoff mit sehr vielem Kohlenstoff zu dem Dampfe (?) den man *öl-bildendes Gas* nennt, weil es nach Art der Oele brennt*). Es scheint nach den Versuchen eines englischen Chemikers, daß man bisher nicht die größt-mögliche Menge von Kohlenstoff, welche sich mit dem Wasserstoff verbinden kann, beachtet habe; er hat entdeckt, daß der Wasserstoff noch eine größere Menge als in dem ölbildenden Gase in sich aufzunehmen vermag, und die neue Verbindung *über-ölbildendes Gas* (*gas super-oléifiant*) genannt. Wie indess diesem auch sey, so ist wenigstens immer so viel gewiß, daß nur Kohlenstoff-enthaltendes-Wasserstoffgas zum Beleuchten brauchbar ist, und dieses um so mehr, einen je größern Antheil Kohlenstoff es in sich schließt.

Wenn man Oel wie gewöhnlich in Lampen brennt, so steigt es in dem Dochte, wie in Haarröhrchen, nach der Flamme hinauf, in deren Nähe es eben so wie in einem glühenden Cylinder zersetzt wird; es erzeugt sich dort öl-bildendes und über-ölbildendes Gas, und diese Gase sind es, welche die Flamme und das Licht hervorbringen. Und gerade so geht es bei dem Verbrennen des Wachses und des Talgs her, nachdem sie durch die Hitze der Flamme geschmolzen sind.

*) Es ist ein wahres Gas, eine bleibend elastische Flüssigkeit, und wurde so genannt, weil es mit der Chlorine sich zu einer tropfbaren Flüssigkeit, welche dem Oele zu gleichen schien, verdichtete. *Gilb.*

... Das Kohlen-Wasserstoffgas, welches man durch Zersetzung von Oel erhält, leuchtet weit stärker als das, welches sich beim Destilliren von Steinkohlen entwickelt; ein Litre vom ersteren giebt so viel Licht als $3\frac{1}{2}$ Litre vom zweiten, nach Versuchen, die darüber in England gemacht sind; auch ist jenes dichter als dieses.

Es verbrennen aber in Zeit von 1 Stunde folgende Mengen von Leuchtstoffen:

Wachs 8,40 Gramme in Lichten 10 auf das Kilogramme;

Talg 12,50 Gramme in Lichten 12 auf das Kilogramme;

Oel { 8 Gramme in den gewöhnlichen Reverberen in Paris;
30 Gramme in einer gewöhnlichen Argand'schen Lampe.

Kohlen-Wasserstoffgas { 38 bis 40 Litres in jeder Gas-Mündung in England,
60 Litres in jeder Gas-Mündung wie man sie in Frankreich macht.

Den *Apparat*, worin man das Oel zerlegt, um es in Kohlen-Wasserstoffgas zur Beleuchtung zu verwandeln, ist von dem Engländer Taylor erfunden, und folgendermaßen eingerichtet: Ein kleines Gefäß (*cuve*) welches des Oels gerade so viel faßt, als man zum Verbräuche während eines Tages in der Gas-Anstalt bedarf, steht durch eine mit einem Hahn versehene Röhre in Verbindung mit einem unter demselben befindlichen sehr viel größeren Gefäße, das zu $\frac{2}{3}$ mit Oel angefüllt ist. Unter diesem größeren Gefäße steht auf einem Ofen der ringsum verschlossene eiserne Cylinder, in welchem die Zersetzung des Oels vor sich gehn soll, und in ihn geht aus dem größern Gefäße eine ebenfalls mit einem Hahne versehene Röhre. Man bringt in den Cylinder (Ofen?) eine gewisse Menge Koaks

(d. h. verkohlte Steinkohlen, die durch das Feuer von allen schwefligen und sublimirbaren Theilen befreit sind), erhitzt ihn bis 600° C., und läßt dann aus dem größern Gefäße eine kleine Menge Oel in den Cylinder herab fließen, welche sich mittelst eines Trichters von bekanntem Inhalte mit Hahne messen läßt. So viel Oel aus dem größern Gefäße ausgeflossen ist, wird demselben aus dem kleinen ersetzt, da es gut ist, daß das Oel darin immer in gleicher Höhe stehe. Durch eine Röhre, die mitten aus dem eisernen Cylinder in das größere Gefäß hinauf geht, und sich unter dem Oele in demselben endigt, steigen die Gasarten und Dämpfe, welche sich aus dem eintröpfelnden Oele in dem Cylinder bilden, in dieses Gefäß hinauf. Beim Hindurchsteigen durch das Oel verdichten sich die Dämpfe, die Gasarten aber werden durch ein gekrümmtes Rohr in den Gasometer geleitet, der einer großen Glocke, die in einem ungeheuren Wasserkübel steht, ähnlich ist. Die Glocke ist von Eisenblech, innerlich und äußerlich mit Theer überzogen, hängt, im Gleichgewichte erhalten durch das Gegengewicht, und hebt sich desto höher aus dem Wasser heraus, je mehr Gas sich darin ansammelt. Der Wasserkübel ist entweder Mauerwerk, oder von Holz, manchmal auch von Eisenblech, welches bei weitem das beste ist. Die Größe der Glocke und des Wasserkübels richtet sich nach der Menge von Gas, welche die Anstalt täglich liefern soll. Wie viel Oel aber täglich zersetzt werden muß, ist leicht zu berechnen, da man z. B. weiß, daß für Paris auf jede Mündung, aus der das Gaslicht brennt, 60 Litre Gas in 1 Stunde zu rechnen sind, und daß 1 Kilogramm Oel 800 Litre Oelgas giebt.

Die Leitungsröhren des Gas gehören zu den Haupt-Anlagen einer Gas-Anstalt. Mit Recht macht man sie von Eisen, doch ist zur Leitung im Innern der Wohnungen das Eisen unbequem, weil es minder biegsam als Kupfer und Blei ist. In Gas-Anstalten, welche Steinkohlen destilliren, darf man nicht Kupfer in die Nähe der Gasometer bringen, denn das kohlenfaure Ammoniak und das Schwefel-Wasserstoffgas, die sich beim Destilliren aus den Steinkohlen entbinden, greifen das Kupfer schnell an; man hat den Fall gehabt, daß kupferne Röhren in Zeit von 3 Wochen zerfressen und durchlöchert wurden. In England macht man die Röhren im Innern der Zimmer aus Zinn, welches eben so biegsam als Blei ist, und mehr zusammenhält und ein besseres Aussehen hat als dieses Metall.

Man hat vorgeschlagen das Gas zum Beleuchten nicht aus dem Oele, sondern aus dem Leinfaamen selbst zu bereiten, weil man dann die Kosten des Oelschlagens ersparen würde. Diese Kosten betragen auf 100 Litre Leinöl zwar 10 Franken, man erhält aber zugleich für 10 Franken Oelkuchen, und es läßt sich durch das Oelschlagen alles Oel bis auf 2 oder 2½ Procent gewinnen; mehr bleiben in den Oelkuchen nicht zurück. Dagegen wird beim Destilliren des Samens auch der rinden-artige Theil zersetzt, daher sich verhältnismäßig mehr kohlenfaures Gas als aus dem Oele, und dabei wie aus Holz ein an Kohlenstoff ärmeres Kohlen-Wasserstoffgas entbindet, welches einen Theil der guten Wirkungen des ölbildenden oder über-ölbildenden Gas aufhebt. Ferner muß man dann den Proceß 4 oder 5 Mal täglich unterbrechen, um den Cylinder

aufs neue mit Samen zu füllen, welches mit Verlust an Zeit und an Wärme verbunden ist. Endlich muß auch, wenn man Oelsamen destilliren will, der Cylinder bedeutend größer seyn, und wird (durch die sich bildende Essigsäure) angegriffen, so wie besonders die eiserne Platten, auf die man den Samen in den Cylinder bringt. Und alles dieses trägt zu der Vergrößerung der Kosten bei.

Mit viel reellerem Nutzen würde man *Harz* statt des Oels in den Gaslicht-Anstalten zersetzen, da in Paris das Pfund Oel 12 Sols kostet, das Pfund Harz aber für 1 Sol zu haben ist, und beide ziemlich einerlei Bestandtheile haben. Dasselbe gilt von *thierischen Fetten*.

Zu den *tragbaren Gaslampen*, die man eingerichtet hat, ist allein Gas aus Oel zu gebrauchen; daß jedoch ihr Nutzen sehr gering ist, erhellet aus folgender Ueberlegung. Ihr Fuß muß schon eine ziemlich bedeutende Größe haben, um 6 Litres Oelgas zu fassen, und aus dickem Metall bestehen, wenn er bei dieser Größe 150 Litres Oelgas aufnehmen, und also dem 25-fachen Luftdrucke widerstehn soll. Eine solche Lampe wird also sehr schwer. Und doch würde sie mit einer Lampen-Mündung, wie man sie in England braucht, höchstens 4, und wie man sie in Frankreich braucht, nur 2½ Stunde lang brennen, da jene 38 bis 40, diese 60 Litres Gas in 1 Stunde verzehrt.

Daß die Beleuchtung mit Gas weit heller und glänzender als die mit tropfbarem Oele ist, und daß mit diesem dieselbe Helligkeit zu erhalten weit mehr kosten würde, ist außer Zweifel. Hat man aber bei dem Unternehmen Oel in Oelgas zur Beleuchtung zu

verwandeln, auch wohl auf *Geldgewinn* zu hoffen? Dieses ist es, was wir noch zuletzt untersuchen wollen.

Wir wollen die Berechnung für eine Oelgas-Anstalt machen, die täglich 3000 Mündungen mit Gas zu versehen hätte, also in Paris stündlich, so lange die Gaslampen brennten, 180000 Litres Oelgas bedürfte. Die mehrsten Gewölbe, Schauspielsäle etc. müssen während des Sommers 2 Stunden, während des Winters aber 6 Stunden erleuchtet werden, das Jahr über also im Mittel täglich 4 St.; es würde mithin eine solche Gasanstalt tägl. 720000 Litres Oelgas verbrauchen. Um nicht zu wenig zu rechnen, wollen wir für die Sonntage und Festtage nur 15 Tage im Jahre abrechnen, an welchen die Gaslampen nicht angesteckt werden, so bleiben als jährlicher Bedarf der Anstalt 350×720000 , also 252 Millionen Litres Oelgas; und da 1 Kilogramm Oel 800 Litres Gas giebt, so wären in ihr jährlich 315000 Kilogramme Oel zu zersetzen. So viel Oel kostet außerhalb der Barrieren von Paris (100 Litres zu 75 Frank. gerechnet) 236250 Franken. Die Kosten der Steinkohlen zum Erhitzen der Cylinder, worin das Oel zersetzt wird, lassen sich auf 20000, und die Kosten der Verwaltung auf 30000 Franken anschlagen; der ganze Kostenbetrag würde also 286250 Fr. seyn. Die Einnahme von jeder Gaslampe ist jährlich 100 Fr., von den 3000 Lampen würde sie also 300000 betragen. Man sieht, daß eine solche Anstalt nur einen sehr kleinen Ueberschuß geben kann, der mit dem Capitale, welches die Anlage gleich anfangs erfordern würde, und das man auf 400000 Frank. anschlägt, in keinem Verhältnisse steht. Hierbei sind indeß die unvortheilhaftesten Sätze angenommen worden, und in der Ausführung würde sich ein bedeutender Vortheil ergeben *).

*) Daß eine solche gar zu willkührliche Rechnung zu nichts Brauchbaren führen kann, fällt in die Augen. Desto mehr Dank verdient unser Landsmann, Hr. Ingen. Preuß, der keine Mühe gespart hat uns in dem vorangehenden Aufsatze mit zuverlässigen Nachrichten und genauen Berechnungen über diesen auch für Deutschland wichtigen Gegenstand zu versehen, *Gill.*

III.

Resultate einiger vergleichenden Versuche mit Steinkohlengas und mit Oelgas;

VON

WILL. HERAPATH, Esq., zu Bristol.

(Kurz ausgezogen von Gilbert.) *)

Die folgenden von den HH. Herapath und Rootsey zu Bristol gemeinschaftlich angestellten Versuche sollten entscheiden, welches der beiden Gase sich besser zum Beleuchten eigne, und welches das wohlfeilere Licht gebe, wenn 1000 Kub.Fuß Gas aus Steinkohlen für 15 Shilling, aus Oel oder Thran für 50 Shilling Sterling zu haben sind.

Das *Oelgas* wurde bereitet am 30st. Januar 1823 durch Zersetzung von 3 Pf. 14 Unz. 362 Gran Stockfisch-Thran (*Cod Oil*) in einer 3 Fuß langen stark erhitzten Retorte, worin sich ein 2' 3" langes, und 4" weites eisernes Rohr und 47 Pfund Backsteine zur Vergrößerung der erhitzten Oberfläche befanden. Das Oel wurde in einem sehr dünnen Strom, doch etwas schneller als bei bloßem Tröpfeln, hineingelassen. Es entstanden 11 Unz. 424 Gr. (oder etwa ein Fünftel) Kohle in den verschiedenen Theilen des Apparats, und 44,2 Kub.Fuß Gas vom spec. Gew. 0,876, (welche also 2 Pf.

*) Vergl. oben S. 147. Der Auff. wurde im Mai 1823 geschrieben. Dafs Hr. Herapath (Tilloch B. 52 S. 286) gefunden haben will, der Döbereiner'sche Versuch gelinge, bei einer Temperatur der Gasarten von 55° F. nur dann, wenn das Platin bis 98° F. erhitzt sey, dient wenigstens nicht, das Urtheil des Hrn Ingen. Preuss am eb. a. O. zu entkräften. (Vgl. S. 103.) *Gilb.*

14 Unz. 277 Gr. wogen); auf das Wasser und die Essigsäure wurde nicht gesehen. Das Gas ging unmittelbar aus der Retorte durch ein mit Eis umlegtes Schlangengrohr in eine Vorlage (*oil joint*), worin sich das verflüchtigte Oel absetzen konnte, und dann sogleich in den Gasometer. — Das *Steinkohlen-Gas* erhielten sie von dem Haupt-Reservoir der Steinkohlengas-Compagnie, da alle Gasometer der Temple-Backs-Station zugeordnet waren. Die Tonne Steinkohlen wird contractmäßig der Gesellschaft für 7 Shill. 9 Den. geliefert, und giebt 5 - bis 7000 Kub.Fuß Gas. Dieses Steinkohlen-Gas hatte das spec. Gewicht 0,5433.

Es dienten zu den Versuchen über das *Licht* der beiden Gase zwei ähnliche Gasometer, die jeder $1\frac{1}{2}$ K.F. Gas faßten, in $\frac{1}{100}$ tel K.Zoll genau eingetheilt waren, und mit 1 K.F. Gas gefüllt wurden. In beiden waren also beim Aufdrehen der Hähne der Druck und alle andern Umstände völlig gleich. In Versuch 1 und 2 brannte das Steinkohlengas aus 15 gewöhnlichen, das Oelgas aus 15 feineren Löchern; in Vers. 3 und 4 brannten beide aus 12 gleich großen Löchern. In Vers. 3 und 5 adjustirten sie die Lichter so, daß sie in gleichen Entfernungen gleiche Schatten warfen, und schätzten nach der Menge des verzehrten Gas ihren relativen Preis: in Versuch 2 und 4 brannte dagegen jedes Gas, nach ihnen, auf die vortheilhafteste Art, d. h. mit so hoher Flamme als es möglich war ohne daß Rauch erschien, und das Steinkohlen-Licht wurde der Ebene, worauf der Schatten fiel so lange näher gerückt, bis beide Lichte gleichen Schatten gaben; das Quadrat ihres Abstandes von dieser Ebene gab das Verhältniß ihrer Helligkeiten, welchem direct, und der Menge des verzehr-

ten Gas verkehrt, der Werth des Gases proportional war. Leslie's mit Aetherdampf gefülltes Photometer erwies sich ihnen als kein sichereres Mittel die Helligkeit zu beurtheilen, als das bloße Auge. Die Argand'sche Lampe, mit deren Flamme die Gasflammen in Verf. 5 verglichen sind, hatte eine innere Weite von $\frac{5}{8}$ und einen Docht von $\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser, und die Gasometer und Brennöffnungen wurden mit einander vertauscht.

Verfuch mit Gas aus	Höhe der Flamme engl. Zoll	Dauer des Brennens	Verzehrt Gasmenge Kub. Fuß	Abstand der Flamme v. Schatt. e. Zoll	Also relativer Werth derselb.
1. { St. kohl.	3,5	11' 9"	1,000	gleich	1,00
{ Oel	2,5		0,445		2,24
2. { St. kohl.	3,75	12 4	1,00	54	1,00
{ Oel	2,75		0,51	58	2,26
3. { St. kohl.	3,5	16 47	1,000	gleich	1,00
{ Oel	2,4		0,435		2,30
4. { St. kohl.	3,5	16 45	1,00	66½	1,00
{ Oel	2,6		0,45	68	2,32
5. { St. kohl.	3,3	16 58	1,00	gleich	1,00
{ Oel	2,1		0,42		2,38
{ Arg. L.	1,8		158 Gr. Oel		

Also im Mittel aus 5 Versuchen 1 : 2,24. *)

Diese Versuche wurden am 27 Febr. wiederholt öffentlich, so weit die Zeit es erlaubte, vor einem wissenschaftlichen Publikum. Das Oel wurde wieder in demselben Apparat, aber bei minderer Hitze als das erste Mal zerfetzt, indem er nur schwach rothglühte. Es blieb $\frac{1}{5}$ des Oelgewichts Rückstand als Kohle, und auf die Gallon entstanden 83½ K.F. Gas vom spec. Gew. 0,902, welche gleich sind 85,9 K.F. vom spec. Gewicht 0,876, bei welchem der vorige Versuch 86,9 K.F. Gas auf die Gallon gegeben hatte. Was man also an *Dichtigkeit* des Gas gewinnt, wenn man bei niedrigerer

*) Vergl. S. 148 und S. 152. G.

Hitze arbeitet, verliert man an *Menge* des Gas. Das Resultat war wie bei den vorigen, daß 1 K.F. Oelgas und $2\frac{1}{4}$ K.F. Steinkohlengas gleiche *Helligkeit* gaben.

Von 10 aus der Gesellschaft, welchen man beide Gasarten wo sie aus den Oeffnungen entweichen zu *riechen* gab, ohne daß man ihnen anzeigte welches Gases sey, urtheilten 3, das Oelgas rieche am unangenehmsten. Steinkohlengas könne also, glaubt Hr. Herapath, nicht so gar viel schlechter als Oelgas riechen, als man vorgespiegelt habe; es rieche wie Naphthaline, die mit ein wenig Schwefel-Wasserstoff und Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak verbunden ist, Oelgas dagegen wie eine Lampe, die nach dem Ausblasen noch glimmt.

Die *Hitze* beider Flammen haben die HH. Herapath und Rootsey mittels dreier Zinngefäße mit Deckeln und sehr concaven Böden, welche ein Quart Wasser faßten, und in deren jedem 1 Pinte Wasser von 40° F. gegossen war, verglichen. Diese wurden in gleichem Abstand über gleiche Flammen gestellt, und die Anzahl von Graden, um welche die Thermometer in dem Wasser in gleicher Zeit stiegen, für das verhältnißmäßige Maas ihrer erwärmenden Kraft genommen. Gaben die Flammen in ungleichem Abstand gleiche Schatten, so reducirten sie sie auf gleiche Helligkeit, wie im vorigen Fall. Das Steinkohlen-Gas brannte aus 15 gewöhnlichen, das Oelgas aus 15 feinen Löchern; in Versuch 3 wurden beide mit der vorigen Argand'schen Lampe verglichen. Das Steinkohlen-Gas war vom spec. Gewicht 0,4675; das Oelgas hatte 3 Tage über Wasser gestanden, dabei 3 Procent an Raum verloren, und war vom spec. Gewichte 0,902 zu dem von 0,886 herabgekommen.

Verfuch mit d. Gas aus	Zeit- dauer	Der Flamme Höhe e.Zoll	Abft.v. Schatt.	Erlangte Wärme- grade	Verzehnte Gasmenge e. K.F.	Berechn relativer Hitze
1. { St.khl. Oel	10' 57"	3 $\frac{1}{2}$ 3	64 $\frac{1}{2}$ e.Z 64 $\frac{1}{2}$	120° F. 85	1,000 0,515	1,47 zu 1
2. { St.khl. Oel	11 58	3 2 $\frac{1}{2}$	54 48	104 84	1,000 0,495	1,47 zu 1
3. { St.khl. Oel Arg.L.	17 32 — —	4 $\frac{1}{2}$ 2 $\frac{1}{2}$ 1 $\frac{1}{2}$	gleich	96 73 42	1,00 0,46	1,31 zu 1 0,57

Die Hitze welche das Steinkohlengas, solches Oelgas und Oel aus Samen gaben, standen also nach diesen drei Versuchen zu einander in dem Verhältnisse von 3 : 2 : 1.

Die Experimentatoren versichern, nicht bloß die 8 hier mitgetheilten, sondern überhaupt 30 Versuche mit Gasen von verschiedener Dichtigkeit und mit mancherlei Brenn-Mündungen, angestellt, und bei ihnen von ihrem Oelgas nie mehr als 2 $\frac{1}{2}$ Mal so viel Helligkeit als von gleichen Räumen Steinkohlengas wie man es käuflich haben kann, erhalten zu haben. Steinkohlengas, wovon sie in einem kleinen Apparate aus $\frac{1}{2}$ Zentner Steinkohlen nur 50 K.F. übergetrieben hatten und Oelgas vom spec. Gew. 0,886, verhielten sich in ihrer Helligkeit, wie sie versichern, wie 1 : 1 $\frac{1}{2}$; in London zeigte man dagegen Hrn Herapath einmal Oelgas das 3 $\frac{1}{2}$ mal heller als das Steinkohlengas seiner ersten Versuchsreihe brannte. Solche Gase, meint er, taugen aber zu diesen Versuchen nicht, da sie von denen die öffentlich verkauft werden verschieden sind. Und diese Bemerkung, fügt er hinzu, gilt auch von einer Reihe von Versuchen, deren Resultate der Committee des Unterhauses vorgelegt worden sind, und

nach welchem die Leuchtvermögen der beiden Gase sich wie $2\frac{1}{2} : 1$ verhielten. Denn da die spec. Gewichte derselben 0,96 und 0,43 betrugen, war ersteres um 6 Procent schwerer als das Mittel aus 9 verschiedenen Oelgasen mit denen Hr. Herapath Versuche gemacht hat, und letzteres leichter als das schlechteste Steinkohlengas, das ihm je vorgekommen sey. Das Mittel des spec. Gewichts von jenen 9 Oelgasen war 0,900, und von 8 von ihm gebrauchten Steinkohlengasen 0,500; (das des ölbildenden Gases ist 0,974, des leichten Kohlen-Wasserstoffgases 0,555) die relative Helligkeit beider war nach seinen Versuchen $2\frac{1}{2} : 1$.

Zu Folge seines vorhin mitgetheilten fünften Versuches giebt 1 Gallon Cachelot-Thran (*sperm-oil*), kostend 6 Shilling, eben so viel Helligkeit als 340 Kub.F. Steinkohlengas, kostend 5 Sh. 1 Den., und als 143 K.F. Oelgas, kostend 7 Sh. $1\frac{1}{4}$ D. Solche Versuche habe er, sagt Hr. Herapath, mehrentheils mit derselben, theils mit einer grössern Argand'schen Lampe angestellt, und nach einem Mittel aus ihnen ergebe sich, daß man gleiche Helligkeiten erhalte von

1 Gallon Cachelot-Oel kostend	6 Shilling
361 K.F. Steinkohlengas vom sp. Gew. 0,500, kostend	5 Sh. $4\frac{1}{2}$ D.
144 K.F. Oelgas vom specif. Gewicht 0,900, kostend	7 Sh. $2\frac{1}{2}$ D.

Nach den der Committee des Unterhauses vorgelegten Versuchen würde 1 Gallon Cachelot-Oel gleiche Helligkeit geben mit 131,9 K.F. Oelgas vom spec. Gewicht 0,900, kostend 6 Sh. 7 Den.

Ihre Versuche, meint Hr. Herapath, wären aber noch aus einem andern Grunde nicht beweisend. Ihr Steinkohlengas sey nämlich aus einem grossen Gasometer aus dem Haupt-Gasometer der Compagnie gelei-

tet worden, wo es etwas Naphtha, die zum Leuchten beiträgt, abgesetzt haben müsse, indess das Oelgas eine bedeutende Menge Oeldampf enthalten haben müsse. Es pflege von diesem mehr als man denkt zu enthalten; denn während die Helligkeit von Steinkohlengas nur in dem Verhältnisse der Dichtigkeit zunimmt, so geben von zwei Oelgasen vom spec. Gewichte 0,876 und 1,009 das letztere 25 Procent Licht mehr als in dem Verhältniß der Dichtigkeiten. Und wenn man Oelgas in einer Kugel comprimire, so setze sich in ihrem Innern Oeldunst ab und bilde an den Wänden einen Thau. Noch eine Quelle von Ungenauigkeit sey das Beimengen von atmosphärischer Luft zum Oelgase beim Umfüllen; eine kleine Menge derselben zerstöre die leuchtende Kraft desselben grosentheils.

Die Frage, „welches der beiden Gase zum Beleuchten vorzuziehen sey,“ beantwortet Hr. Herapath nun folgendermassen:

1. Die Zerstörung der Leitungsröhren erfolge durch Nässe, Schwefel-Wasserstoff und Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak bei dem Steinkohlengase schneller als bei Oelgas, da letzteres diese beiden Gasarten nicht enthält. Bloss die Nässe wirke auf eiserne Röhren, und wo die Temperatur dieser so erniedrigt werde, daß das Gas das in dem Gasometer aufgenommene Wasser nicht länger aufgelöst (?) erhalten könne, zeige sich ihre Wirkung vornämlich zu unterst, wo die Röhren lothrecht an ausgesetzten Orten ansteigen. Das Schwefel-Wasserstoffgas halte er dabei für unschuldig, da sich, nach Dr. Henry, das Steinkohlengas so reinigen lasse, daß es davon nicht mehr als $\frac{1}{25000}$ seines Raumes enthalte, und keine andern Leitungsröhren als eiserne und kupferne durchfressen würde. Das Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak aber scheine ihm an dieser schädlichen Wirkung bei Kupferröhren großen Antheil zu haben, da die im Innern von Kupferröhren sich findende Substanz als Schwefel-Kupfer und Ammoniak durch die Analyse erkannt werde. Kupferröhren seyen daher zu verwerfen und Röhren von Eisen, Zinn oder Blei vorzuziehen.

2. Was Gestank und nachtheilige Producte des Verbrennens betreffe, so müsse er behaupten, daß beide Gase gleich unangenehm riechen, wenn sie unverbrannt entweichen. Beim Verbrennen bilden sich Wasser und Ruß in großer Menge und schwefeligsäures Gas, alle diese Producte lassen sich aber leicht durch eine

Röhre, die man über der Flamme anbringt ableiten. Wenn nach Dr. Henry zusammengesetzt sind 100 Theile

	Oelgas vom spec. Gew. 0,906	Steinkohlengas v. sp. Gew. 0,500
aus ülbildendem Gase	38	7 Thln
Kohlen-Wasserstoffgas	46,5	55,8
Wasserstoffgas	3,1	21,3
gasförmigem Kohlenstoffoxyd	9,3	11,1
Stickgas	3,1	4,6

und mit den beiden Brennöffnungen mit 15 Löchern, in 1 Stunde 2 K.F. Oelgas und 5 K.F. Steinkohlengas verbrennen, im Mittel des ganzen Jahr aber man täglich $3\frac{1}{2}$ Stunde lang künstliches Licht bedürfe; so verbrennen im Oelgas in jeder Stunde 440, im Steinkohlengas aber 944 Gran Wasserstoff, und bilden jene 396 Gran oder 9 Unzen und 33 Gran, diese 8496 Gran oder 19 Unzen und 183 Gran *Wasser*. . . Wenn Gas, wenn es brennt, in der Nähe *Rufs* oder Kohlenstoff absetze, so sey das kein Fehler, sondern eine Vollkommenheit; denn da bekanntlich brennendes reines Wasserstoffgas gar nicht leuchte, so beruhe das ganze Erleuchtungs-Vermögen eines Gas auf Anwesenheit von Kohlenstoff. Wenn zu viel Gas im Verhältniß des Sauerstoffs zufließt, so verbrennt nur der Wasserstoff vollständig, und ein Theil des Kohlenstoffs, den es aufgelöst enthielt, setzt sich unverbrannt als ein schwarzes Pulver ab. *Schweflige Säure* bildet Oelgas beim Verbrennen gar nicht, und Steinkohlengas nur höchst wenig, da Hr. Dr. Henry gezeigt habe, daß das auf gewöhnliche Weise gereinigte nur $\frac{1}{18888}$ seines Raumes Schwefel-Wasserstoffgas enthalte. Verbrennen jährlich 5500 K.F. Steinkohlengas aus den gewöhnlichen 15 Löchern, so sey davon nur $\frac{1}{2}$ K.F. Schwefel-Wasserstoffgas und das könne nur $1\frac{1}{2}$ Unzen schweflige Säure erzeugen.

4. Eine Eigenschaft mache, behauptet Hr. Herapath, das Oelgas zu wesentlichem Gebrauche minder geschickt als das Steinkohlengas, nämlich, daß es so leicht auszulöschen sey. Er habe es, sagt er, aus 9 Fuß Abstand ausgeblasen, als es aus den 15 feinen Löchern brannte. In windigen Nächten könnte daher leicht ein ganzer damit erleuchteter District in Finsterniß versetzt werden.

5. Als der normale Verkaufspreis lasse sich, wie er glaube, für 1000 K.F. Steinkohlen-Gas 15 Shilling, und für 1000 K.F. Oelgas 50 Shilling nehmen. Wenn aber das mittlere specif. Gewicht des erstern 0,500 und des letztern 0,900 sey, (welches er der Wahrheit für sehr nahe halte), so sollten die Preise, dem Vorigen zu Folge, seyn 15 Sh. und 37 Sh. 6 Den. Wenn also von dem Oelgas, wie gewöhnlich, 1000 K.F. auf 50 Shilling zu stehn kommen, so sey es um $33\frac{1}{3}$ Procent *theurer* als es im Verhältniß zum Steinkohlengas seyn sollte, nach der Lichtmenge die es giebt *).

*) Ein dem Resultate der Versuche der HH. Preuß, Philipps, Clement etc. ganz entgegengesetztes Resultat, zu dem die Andeutungen auf S. 139 die Erklärung geben dürften. G.

IV.

Eine Bemerkung über Gaslicht aus Oel und aus Steinkohlen,

als erläuternder Zusatz zu den drei vorhergehenden Aufsätzen;

VON GILBERT.

Dass wissenschaftliche Versuche, über die ein so unständlicher und im Ganzen genügender Bericht, als der vorstehende, vorgelegt wird, durch welchen die Männer, die sie angestellt haben, hinlänglich bezeugen, dass ihnen die Einsichten nicht fehlten, die zur richtigen Anordnung und Beurtheilung solcher Versuche nöthig sind, — Glaubwürdigkeit haben, selbst wenn die Fehlergrößen weiter aneinander lägen, als es bei denen der HH. Herapath und Rootsey der Fall ist, — darüber werden meine Leser mit mir einig seyn. Auch erklärt Hr. Ingenieur Preuß ausdrücklich (S. 147), dass er den Chemikern, welche Resultate dieser Art erhalten haben, keineswegs zur Last lege, dass sie schlecht experimentirt, oder etwas anderes ausgesagt hätten als sie fanden; nur sey es ihnen nicht gelungen ein so vorzügliches Oelgas, als die HH. Taylor und Martineau, zu bereiten. Dieses vorausgesetzt hat eine Vergleichung der Versuche und Notizen des Hrn Herapath, der seine Bereitungsart genau angiebt, mit der in den vor-

hergehenden Aufsätzen mitgetheilten, manches Belehrende.

Sein selbst bereitetes Oelgas soll im Mittel das spec. Gewicht 0,900 (bei der ersten Reihe der Versuche selbst nur von 0,876), sein Steinkohlengas, welches aber aus den Gasometern der Bristoler Steinkohlengas-Compagnie genommen wurde, das specif. Gewicht 0,5433 gehabt haben, dabei noch sein Oelgas eben so widrig als das brennbare Gas aus den Steinkohlen, und es gab beim Verbrennen beider Gase unter den für sie vortheilhaftesten Umständen nach mannichfaltig abgeänderten photometrischen Versuchen gleiche Helligkeit 1 Kub. Fuß seines Oelgas mit $2\frac{1}{4}$ K.F. des Steinkohlengas. Dagegen erhielt Hr. Ingen. Preuss von 1 K.F. Oelgas aus den Anstalten der HH. Taylor und Martineau so viel Helligkeit als von $3\frac{1}{2}$ Kub.F. Steinkohlengas der Londner Anstalten; und nach dem oben (S. 148) angeführten Versuche des Hrn Dewey aus New-York mit Oelgas vom spec. Gew. 0,9395 der Hrn Taylor, und mit Steinkohlengas vom spec. Gewicht 0,4069 aus einer Londner Gasanstalt verbrannten bei gleichen Helligkeiten in 1 Stunde 1,37 K.F. von jenem, 4,85 K.F. von diesem, also Räume im Verhältniß von 1:3,540. Ganz dasselbe war das Resultat, welches die HH. Phillips und Faraday erhielten bei gemeinschaftlich angestellten Versuchen mit Gasen aus zwei verschiednen Londner Anstalten von folgenden specif. Gewichten: Oelgas 0,9657, Steinkohlengas 0,4291, und Oelgas 0,9395, Steinkohlengas 0,4069, nach denen sie das Leucht-Vermögen des Oelgas 3,567

und 3,541 mal so groß als das des Steinkohlengas fanden.

Sehr auffallend ist hierbei zuerst das so äußerst geringe specif. Gewicht des Steinkohlengas aus Londner Steinkohlengas-Anstalten, nur 0,4069 und 0,4291. Ist es richtig, daß das specif. Gewicht des leichtesten (ersten) Kohlen-Wasserstoffgas (der Sumpfluft), wie Hr. Thomson nach seinen Versuchen angiebt, 0,555 (nach der Berechnung 0,562) ist, so müßte das Steinkohlengas der Londner Gasanstalten zu $\frac{1}{4}$ bis zu $\frac{1}{3}$ aus reinem Wasserstoffgas bestehen, wie bei dem Glühen von Steinkohlen in verschlossnen Räumen reines Wasserstoffgas entstehen sollte, sehe ich indess nicht ein. Oder enthielt etwa das von Hrn Thomson gewogene Gas, aller seiner Vorsicht ungeachtet, noch Oeldampf oder ölbildendes Gas in sich, und fand er deshalb das spec. Gewicht desselben bedeutend zu hoch? Nochmalige Wägung der Sumpfluft würde dieses am leichtesten entscheiden. Daß das Bristoler Gas das specif. Gewicht 0,5433 gehabt habe, scheint auf Angaben der Steinkohlengas-Compagnie nicht auf eigene Wägung des Hrn Herapath zu beruhen. Das Steinkohlengas womit er die Versuche über die Hitze der beiden Arten Gasflammen anstellte, war nur vom spec. Gew. 0,4675, und das Mittel aus 8 von ihm gebrauchten Steinkohlengasen nur 0,500. Wie er zu dieser Bestimmung kam, zeigt er nicht an. Hat Hr. Herapath wirklich, wie er angiebt, als er aus $\frac{1}{4}$ Zentner Steinkohlen nur 50 K.F. Gas in einem kleinen Apparate austrieb, ein Steinkohlengas erhalten, das bei gleichen verbrannten Räumen als von Oelgas

vom spec. Gewichte 0,886, eine Helligkeit gab die zu der dieses Oelgas sich wie 1:1½ verhielt, so mußte es außerordentlich viel öartige Theile enthalten, die aus dem durch die Erhitzung entstehenden Steinkohlentheer dunstförmig mit verflüchtigt wurde *) (denn öbildendes oder über-öbildendes Gas können sich nicht im Anfange, höchstens gegen Ende der Verkohlung, aus den Steinkohlen selbst bilden). War das aber bei diesem Versuche der Fall, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß dasselbe bei allen Bereitungen von Kohlen-Wasserstoffgas aus Steinkohlen in den Laboratorien der Chemiker mehr oder weniger geschehn sey, und daß wir erst bei der Entbindungs- und Reinigungs-Art des Kohlen-Wasserstoffgases, wie sie in den großen Gasanstalten vorgenommen werden, und dem langen Stehn des Gas über Wasser, ganz *reines* künstlich bereitetes Kohlen-Wasserstoffgas erhalten haben **).

Eben so auffallend ist es, daß das spec. Gewicht des Oelgas aus den von den HH. Taylor und Martineau angelegten Gaslicht-Anstalten in London (0,94 bis

*) Vergl. meine Versuche mit Gaslicht aus kienigem Holze, die in den früheren Bänden dieser Annal. (B. 22. S. 72.) mehrmals erwähnt worden sind; ich verbrannte bei ihnen das Gas ohne es zu waschen oder mit Wasser in Berührung zu bringen, in geringer Entfernung von dem stark glühenden Verkohlungsgesäße, und es stand an Glanz und Helligkeit dem Oelgas schwerlich nach, führte aber stets sichtbaren Dunst mit sich. *Gilb.*

**) Ich würde noch eine andere Vermuthung haben, wenn nicht das Steinkohlengas der Gasanstalten dem von Hrn Herapath

0,965) so außerordentlich viel größer als das des Oelgas ist welches Hr. Herapath bereitet hat (0,876 bis 0,902 und im Mittel nur 0,900). Reines ölbildendes Gas hat nach Hrn Theodor de Saussure das spec. Gew. 0,9784. Hr. Herapath hatte nicht übersehen das die erhitzte Oberfläche wenn Oel zersetzt werden soll möglichst zu vergrößern ist, und zu dem Ende Backsteine in seine Retorte gethan; die alten Chemiker brachten Sand in die Retorten in denen sie Oel und Fett zersetzen wollten. Hr. Clement giebt bei seiner Beschreibung des Apparats, worin die HH. Taylor ihr Oelgas bereiten an, es würden Koaks in die Retorte gethan; sein Ausdruck ist freilich von der Art, das ich anfangs zweifelhaft bleiben konnte ob es nicht heißen solle *unter* die Retorte (also in den Ofen). Da indess poröse Koaks tauglicher zum Zurückhalten und heftigen Erhitzen von Oel, das in einem schwachen Strom in die Retorte hineinrinnt, als Backsteine zu seyn scheinen; da es ferner bei der Bereitung eines möglichst hell leuchtenden Gases darauf ankömmt ein an Kohlenstoff möglichst reiches Kohlen-Wasserstoffgas durch die Zer-

bereiteten an Leuchtkraft bedeutend nachgestanden hätte. Bei der neuen von Hrn Clegg eingerichteten Art die Steinkohlen zu destilliren, kommen sie vollkommen trocken in den das Gas entbindenden Theil des Apparats. Sie auszutrocknen daran dachte man früher nicht; sind sie dieses aber nicht, so entsteht durch die Zersetzung ihres hygrometrischen Wassers in der Glüehitze zugleich mit dem Kohlen - Wasserstoffgas noch gasförmiges Kohlenstoffoxyd, dessen specif. Gewicht 0,957 ist. *Gilb,*

setzung des Oels zu bilden, indem dieses Gas desto stärker leuchtet, je mehr es des Kohlenstoffs gebunden enthält; und da endlich die vortheilhaftesten Umstände für eine solche Vereinigung möglichst vielen Kohlenstoffs mit denselben das Entbinden von Wasserstoff oder Kohlen-Wasserstoff in Berührung mit geringem Kohlenstoff ist (und daraus bestehn Koaks abgesehn von dem Fremdartigen das beim Verbrennen als Asche zurückbleibt); — so glaube ich, das Hr. Clement (der selbst in England gewesen ist und dort seine Notizen eingezogen hat) darin Recht hat, das man Koaks in die Retorten zur Bereitung des Oelgas thut; und darin hauptsächlich möchte ich den Grund suchen, warum die Hrn Taylor und Martineau ein Oelgas darstellen, welches an Helligkeit das von Hrn Herapath bereitete so weit übertraf. Ist wirklich je ein Oelgas vom specif. Gewicht 1,009 vorgekommen, wie Hr. Herapath S. 163 behauptet, so muß es entweder viel von den Dalton'schen über-ölbildendem Gas oder von Oeldampf in sich geschlossen haben. Ich begnüge mich für jetzt mit diesen wenigen Bemerkungen, indem ich in einem der folgenden Stücke Gelegenheit haben werde auf diesen Gegenstand zurück zu kommen.

V.

Beitrag zur Naturgeschichte des Harmotoms,

von

Profector Dr. WERNEKINCK zu Gießen.

Der Kreuzstein, welcher sich in verschiedenen Basalt-Mandelfsteinen der hiesigen Gegend findet, steht zwar den bekanntern Abänderungen an Auszeichnung und Gröfse der Krystalle sehr weit nach, und ist also für den Sammler höchst unbedeutend; jedoch bot genauere Untersuchung desselben manche sowohl chemische als kryсталlogische Merkwürdigkeiten dar, und diese veranlafste gegenwärtige Mittheilung.

Einige Stücke Basalt-Mandelfstein aus dem *Vogelsberge*, die mir zugeschickt wurden, machten mich zuerst mit dem Kreuzsteine dieser Basalt-Bildungen bekannt. Ich fand darin mikroskopische vierseitig-prismatische Krystälchen mit vierflächiger Zuspitzung gegen die Kanten, welche ich für Kreuzstein ansprach,

Bald darauf fand ich ähnliche, aber etwas gröfsere Krystälchen in ziemlicher Menge in dem Mandelfsteine beim Dorfe *Annerode* und auch am *Schiffenberge*. Beide Plätze sind 1 Stunde von Gießen, und $\frac{1}{2}$ Stunde von einander entfernt, und gehören zu einem Basaltzuge, welcher als ein Ausläufer des Vogelsberges anzusehen ist.

Die Richtigkeit meiner Bestimmung dieser Mineralkörper wurde aber mehrfach in Zweifel gezogen.

Man wollte eine Abweichung ihres chemischen Verhaltens, von dem des Harmotoms darin gefunden haben, daß ihnen nach Versuchen der Baryt-Gehalt völlig abgehe, und glaubte, dem zu Folge ein neues noch nicht bekanntes Fossil vor sich zu haben. Dieses veranlaßte mich die *chemische Untersuchung* des Minerals und zwar zuerst des von *Annerode* vorzunehmen.

1.

Es kömmt bei Annerode dasselbe zwar häufig genug vor, die Kryställchen sind aber so klein, und zudem so häufig mit Wad, Eisenoxyd-Hydrat und einem Bolus-artigen Körper überzogen, daß es außerordentlich schwer hält, eine gehörige Menge desselben zu gewinnen. Nur Kryställchen sammeln zu wollen, an welchen sich von Eisenoxyd-Hydrat und Wad keine Spur fände, darauf muß man durchaus verzichten.

A. Um vor allen den Wasser-Gehalt zu bestimmen, wurden mehrere Glühungs-Versuche angestellt. Bei ihnen verloren durch $\frac{1}{4}$ stündiges Glühen 13,0156 Gran des bloß an der Luft getrockneten Fossils 2,344 Gran an Gewicht; welchen Gewicht-Verlust, als Wasser angenommen, 18 von hundert betragen würde. Allein mehrere Versuche machten es mir wahrscheinlich, daß der so getrocknete Harmotom noch etwas bloß mechanisch gebundenes Wasser enthalte, der gefundene Wasser-Gehalt also zu groß sey; und zugleich überzeugte ich mich, daß schon ein sehr geringer Wärme-Grad selbst das chemisch gebundene Wasser wenigstens zum Theil verflüchtige.

Ich trocknete daher nun erst eine kurze Zeit lang

den Harmotom zwischen zwei etwas erwärmten Porzellan-Schalen, und glühte ihn alsdann. Dabei verminderte sich bei drei Versuchen

	13,2344	;	10,625	;	9,6563	Gran Harmotom
auf	10,938	;	8,809	;	7,95	Gran
d. i. um	17,3	;	17,1	;	17,68	pro Cent

Das arithmetische Mittel dieser drei Versuche giebt also auf 100 Theile 17,37 Theile Wasser.

Glühungs-Versuche mit Harmotom, der etliche Minuten auf einer schwach erwärmten Ofenplatte abgetrocknet worden war, ergaben folgendes:

Harmotom	12,047	;	25	;	9,1413	Gran
verminderten sich auf	10,0313	;	20,8125	;	7,5944	Gran
d. i. um	16,731	;	16,75	;	16,922	pro Cent.

Das arithmetische Mittel giebt auf 100 Gewtheile 16,801 Gwthle Wasser. — Ich glaube der Wahrheit mich am meisten zu nähern, wenn ich von beiden Mitteln das arithmetische Mittel, gleich 17,09, als den wahren *Wassergehalt* annehme.

B. Von dem geglühten Anneröder Harmotom zerrieb ich 58,5 Gran zum feinsten Pulver, und erhielt sie mit 160 Gr. entwässertem kohlensaurem Kali, welches durchaus frei von schwefelsaurem Kali war, $\frac{1}{2}$ Stunde lang im Platin-Tiegel in schwacher Rothglühhitze. Die Masse war ziemlich vollständig geflossen, zeigte an der Oberfläche Perlmutterglanz und spielte etwas ins Bläuliche. Sie wurde mit Wasser und Salzsäure behandelt, und löste sich darin auf mit Hinterlassung einer Kiesel-Gallerte. Durch Abrauchen bis zur staubigen Trockne und Wieder-Aufnehmen in Wasser und etwas Salzsäure, wurde die *Kieselerde*

in Kryſtällchen zuſammenbrachte. Dieſe 13,266 Gr. wogen nach halbstündigem Glühen noch 11,2343 Gr., welcher Gewichts-Verluſt als Waſſer berechnet 15,3232 pro Cent anzeigen würde. — Von dem feinen Pulver dieſes geglühten Harmotoms wurden 11,0155 Gran durch Glühen mit der dreifachen Menge kohlenſauren Kalis zerlegt, und als bei der Analyſe derſelben der vorige Weg wieder eingeſchlagen wurde, ſchieden ſich daraus ab:

Kieſelerde	5,829	Gran
Thonerde	2,507	
Baryt	2,287	
Kalk	0,137	
Eiſen- und Mangan-Oxyd	0,113	
	<hr/>	
	10,873	

Nach dieſen Reſultaten der Analyſe würde der Schiſenberger Harmotom in 100 Theilen enthalten:

Kieſelerde	44,79	Thle
Thonerde	19,28	
Baryt	17,59	
Kalk	1,08	
Eiſen- und Mangan-Oxyd	0,85	
Waſſer	15,32	
	<hr/>	
	98,91	

Dieſe Unterſuchungen weiſen alſo in beiden Foſſilien dieſelben Beſandtheile nach, welche andere Chemiker in dem Harmotome von Andreasberg und Oberſtein auffanden. Auffallend und in vielfacher Beziehung merkwürdig iſt es allerdings, in demſelben kryſtalliſirten Mineral derſelben Gegend auf ſo groſſe Abweichungen des Quantitativen der einzelnen Beſandtheile zu ſtoſſen; indeſs finden wir auch ſchon Abweichungen um etliche Procente bei Vergleichung der be-

kannten Analysen des Andreasberger und des Obersteiner Harmotoms. Ein Bestandtheil des Harmotoms, der in keinen der bisher zerlegten Abänderungen aufgefunden wurde, ist der Kalk, welcher in beiden von mir analysirten Abänderungen sich findet. In der Anneröder Abänderung, deren Baryt-Gehalt so unbedeutend ist, daß er bei nicht sorgfältiger Arbeit leicht übersehen werden kann, ist der Kalk-Gehalt um vieles bedeutender als in der Schifffenberger Abänderung, welche dagegen einen viel bedeutenen Baryt-Gehalt hat. In der ersten Abänderung scheint also der Kalk zum Theil wenigstens den fehlenden Baryt zu ersetzen.

2.

Schon früher wurde bemerkt, daß der Harmotom zu Annerode sich immer ganz deutlich *krySTALLISIRT* findet, wenn auch die KrySTALLCHEN sehr klein sind. Ich untersuchte mit Aufmerksamkeit an den vielen einzelnen KrySTALLCHEN, welche ich für die Analyse sammelte, die KrySTALL-Form und fand nie eine andere, als das *völlig quadratische* Prisma mit vierflächiger Zuspitzung gegen die Kanten gesetzt. Die Seitenflächen des Prismas sind sich in aller Beziehung vollkommen gleich, sie zeigen bei gleicher Ausdehnung keinen Unterschied des Glanzes, auch bemerkt man nie eine Spur von Reifung auf ihnen.

Diese Bemerkung verdient vorzüglich beachtet zu werden, da bekanntlich die Meinungen der Mineralogen über die KrySTALLISATION des Harmotoms noch getheilt sind. Haüy nahm das System des quadratischen Octaeders an; dieser Annahme pflichteten viele

Mineralogen bei, andere widersprachen ihr. Insbesondere erklärte neuerlich Mohs die KrySTALLISATION des Harmotoms nach seiner Nomenklatur für prismatisch, und läugnet also die Identität der Flächen des vierseitigen Prismas, und der Kanten der vierflächigen Zuspitzung, indem er Haüy's Messungen der letzteren für unrichtig erklärt.

Die angeführten Beobachtungen scheinen der Haüy'schen Annahme das Wort zu reden. Man findet einzelne solche Prismen von bedeutender Länge, hingegen zuweilen auch andere KrySTALLE, die ganz das Ansehen eines Rauten-Dodekaeders haben. Nie nahm ich an einem einfachen Anneröder KrySTALLE die von Haüy mit *s* bezeichnete Fläche wahr. Lango suchte ich mit vieler Aufmerksamkeit nach *Zwillings-KrySTallen* beim Harmotom von Annerode, zum Theil auch um darin noch mit einem Beleg für meine mineralogische Bestimmung zu haben, aber ich suchte vergebens. Erst nachdem ich schon die chemische Untersuchung beendigt hatte, fand ich zufällig an einem Stücke, welches viele Blasenräume mit einfachen KrySTallen von der oben beschriebenen Form enthielt, auch einen kleinen Raum der Art mit etlichen wirklichen Zwillingen ausgekleidet, welche jedoch von den bekannten Zwillingen anderer Fundörter abweichen. Seit der Zeit sind tiefere Lagen dieses Basalts durch einen Versuch-Bau auf Braunkohlen mehr aufgeschloffen, und dabei haben sich Zwillinge-KrySTALLE mehrmals gefunden, jedoch sind sie immer noch sehr selten; ein Mehreres darüber werde ich unten mittheilen.

Auch der *Schiffenberger* Harmotom kommt seltener in vollkommen gebildeten Zwillingen vor, jedoch

viel häufiger als der Anneröder, so daß ich gleich beim Auffinden dieser Abänderung auch schon Zwillinge bemerkte; Anlage zur Zwillings-Bildung findet man dagegen bei ihm oft genug.

Die *einfachen* Krystalle desselben sind oft rechteckig-vierseitige Prismen, welche an den Enden durch zwei gegen die schmälern Seitenflächen gesetzten Flächen zugespitzt sind (s. Taf. II Fig. 1); auch zeigen diese Krystalle, anstatt der Kanten *D*, mitunter die Flächen des quadratischen Octaeders in verschiedenem Grade der Ausbildung. Wenn bei Andreasberger Har- motom einfache Krystalle vorkommen, so pflegen die Seitenflächen der Säule am meisten erweitert zu seyn, welche in einer Zone liegen mit den Flächen *s*; hier sind immer diese Seitenflächen der Säule die schmalsten.

Völlig quadratische Prismen mit vierflächiger Zuspitzung kommen auch unter den Schifftenberger Kry- stallen vor, und stimmen dann ganz mit den Krystal- len von Annerode überein. Unter den Prismen mit rein ausgebildeter vierflächiger Zuspitzung bemerkte ich auch einzelne mit zwei größern Seitenflächen.

Die Form anderer vorkommenden einfachen Kry- stalle verfinnlichtet Fig. 2. Die Prismen, woran sich eine dornartige Ausbildung ihrer Enden findet, sind nie ganz quadratisch, meistens etwas wenigtes rectan- gular, um so mehr, je mehr die Flächen *s* sich ent- wickeln.

Im Allgemeinen muß ich noch bemerken, daß die Flächen *s* da, wo sie bestimmter ausgebildet vor- kommen, nie unter gleichem Winkel mit der Axen- kante des quadratischen Octaeders gegen die Axe ge- neigt zu seyn scheinen, sondern immer unter einem

spitzern, so daß die Flächen des quadratischen Octaeders, wenn sie in Combination mit den Flächen s vorkommen, nicht längliche Rauten, sondern Trapeze bilden; in den beigefügten Zeichnungen wurde indessen darauf keine Rücksicht genommen. Bei den Andreasberger Kry stallen haben die Flächen s mit den Kanten gleiche Neigung gegen die Axe; die Kleinheit der Schiftenberger Kry stallen liefs keine genaue Untersuchung zu, ob die oben angegebene Abweichung der Neigung der Fläche s wirklich constant ist, und ob mithin diese Fläche wirklich von der von Haüy angegebenen Fläche verschieden ist, oder nicht. Uebrigens glaube ich ähnliche Abweichungen der Neigung auch bei Schottischen Harmotom-Kry stallen gefunden zu haben, wenn anders sie nicht bloß in einer unvollkommenen Ausbildung der Flächen begründet wären. Die an den Enden zugespitzten Harmotom-Kry stallen vom Schiftenberge sind oft gröfser, als die übrigen Kry stallen.

Die ausgezeichneteren Zwillinge-Kry stallisationen vom Schiftenberge und von Annerode lassen die Zwillinge-bildung bloß deutlich erkennen, wenn man sie von oben her in der Richtung der Axe betrachtet. Ein meistens völlig quadratisches Prisma zeigt an seinen Enden ein Kreuz, gebildet durch das rechtwinkliche Durchschneiden zweier Kanten. Vom Durchschnittpunkte aus erstrecken sich vier einspringende Kanten zu den vier Seitenkanten des Prismas. Vorzüglich interessant wird diese Zwillinge-Bildung in ihrem, wie wohl seltenen Vorkommen unter den Anneröder Kry stallisationen; auch zeigt sie sich so rein, ohne alle Andeutung der Flächen des quadratischen Octaeders

nur bei diesen. An keiner einfachen KrySTALLISATION von Annerode fanden sich bisher die Flächen σ , in dieser Zwilling-Bildung scheinen aber zwei KrySTALL-Individuen, denen die Flächen der Fig. 1 zukommen, in rechtwinkliger Durchwachsung. Der Mangel an Symmetrie, den die einfachen in dieser Durchwachsung auftretenden Formen zeigen, schwindet in der Zwilling-Bildung selbst völlig; sie erscheint durchaus symmetrisch gebildet. Durchaus symmetrische Bildung zeichnet die einfachen KrySTALLE von Annerode aus, wie wir früher sahen, und eben deswegen sind auch Zwillinge so selten; wo aber Tendenz zu unsymmetrischer Bildung sich hier hervorhob, da wurde sie gleich durch Zwilling-Bildung wieder ausgeglichen. Da meistens kein Streben zur Bildung rectangulärer Prismen eintrat, so können natürlich auch an den Kanten des Prisma keine Spuren von einspringenden Winkeln vorkommen. Selbst da, wo bei Anneroder Zwillingen dieser Art sich das rectanguläre Prisma bildet, bemerkt man an den Kanten desselben die einspringenden Winkel nicht; es hat dann also eine Verschiedenheit der Dimensionen der beiden durchwachsenen KrySTALLE Statt.

Hr. Weiss hat eine Zwilling-KrySTALLISATION von Pentagonal-Dodecaedern des Schwefelkieses bekannt gemacht, wo die Kanten zweier Pentagonal-Dodecaeder in rechtwinkliger Durchwachsung erscheinen; die vorliegende Zwilling-Bildung zeigt in ihrer Art gewiss viele Analogie mit dieser des Schwefelkieses. An diesen Schwefelkies-Zwillingen zeigen sich alle Flächen einer einfachen aber symmetrischen Form vereint, deren Hälfte, das Pentagonal-Dodecaeder, in Be-

ziehung zum regulären System nicht ganz symmetrisch gebildet ist. In den Zwillingen des Harmotoms finden wir alle Flächen einer Form, die sich als quadratisches Prisma an den Enden vierflächig zugespitzt, die Zuspitzungs-Flächen gegen die *Flächen* des Prismas gesetzt, beschreiben läßt; die einfachen Formen, aus welchen sich solch ein Harmotom-Zwilling zusammensetzen ließe, können ebenfalls, wenn auch nicht so rein, gewissermaßen als Hälften der eben bemerkten Form gelten.

Die Schiffsberger Zwillinge, die den eben beschriebenen von Annerode am nächsten kommen, zeigen bei den übrigen Flächen immer auch die Flächen des quadratischen Octaeders in geringerer oder größerer Ausdehnung. Je weniger die Octaeder-Flächen ausgebildet sind, desto deutlicher ist die Zwillingbildung, je mehr erst genannte Flächen sich entwickeln, desto weniger auffallend findet man die Zwillingbildung. Fig. 4 und 5 veranschaulichen dies. Es kommen Krystalle vor, an welchen die Tendenz zur Zwillingbildung sich bloß noch als eine schwache Einkerbung der Endspitzen des vierseitig-prismatischen Krystalls zeigt, wir sehen also hier in einer Reihe von Krystallen auffallende Zwillingbildung, bloß durch allmähliges Ueberhandnehmen einzelner Flächen in Bildung einfacher Krystalle übergehen. Während auf der einen Seite das starke Streben zu unsymmetrischer Bildung in vorstehender Zwillingbildung offenbar wird, sehen wir auf der andern Seite, sobald dieses Streben zurücktritt, die Resultate der bei der KrySTALLISATION in der Masse wirkenden Kräfte als einfache Formen auftreten.

Nur an zwei Zwillingen von Annerode bemerkte ich bisher Spuren der Octaeder-Flächen, die Prismen derselben waren rectangular.

Ferner finden sich am Schiftenberge nicht selten Krystalle, wie sie Fig. 6 zeigt; man könnte diese aus Fig. 2 und Fig. 5. zusammensetzen. In den Theilen der Zuspitzungen des Krystalles, welche den Seitenflächen des Prismas näher liegen, offenbart sich ein Streben zu unsymmetrischerer Bildung als Fläche s , wobei auch gleich das Prisma selbst rectangular wird; an den Spitzen des Krystalls hat sich aber, beim Streben zu unsymmetrischer Bildung doch die Symmetrie wieder hergestellt, diese sind Zwillinge.

Bei größerem Streben zu unsymmetrischer Bildung erhält diese KrySTALLISATION die Fig. 7 verzeichnete Gestalt. Ein KrySTALL, wie Fig. 1, der zuweilen jedoch an den Kanten D auch noch Theile der Flächen des Octaeders trägt, läßt neben seinen Endkanten Theile eines ähnlichen, aber viel schmälern KrySTALLS sehn. KrySTALLe, die diesen in der Form sich nähern, fand ich auch einzeln zu Annerode; die Endkanten des kleineren KrySTALLS treffen aber nicht mit den Endkanten des größeren zusammen, sondern durchschneiden meistens die Fläche s in ihrer Mitte; auch sind die aufgesetzten tetraetrischen Theilchen immer viel größer, wie bei den Schiftenberger KrySTALLen.

Umgekehrt gleicht sich das Streben zu unsymmetrischer Bildung blos an den Anfängen der Zuspitzungen aus. Nur unter den Schiftenberger KrySTALLen fand ich etliche mit dieser Bildung. Die Flächen s halten in der Ausbildung meistens den Octaeder-Flächen das

Gleichgewicht; am Ende der Fläche *s* steht man einen kleinen tetraedrischen Vorsprung, dessen eine Fläche ein Theil der Seitenfläche des Prismas ist, an diesen Vorsprüngen pflegen sich auch noch Spuren der Octaeder-Flächen zu finden; diese KrySTALLISATION erläutert Fig. 8.

Vergleicht man die beschriebenen KrySTALLformen der beiden Harmotom-Abänderungen mit einander, so ergiebt sich als Resultat, daß mit dem Auftreten der unregelmäßigeren Bildungen beim Schiffsberger Harmotom, auch größere Mannigfaltigkeit von Formen verknüpft ist, während der Anneröder Harmotom bloß in einer einzigen einfachen Gestalt erscheint, und auch keine weitere Mannigfaltigkeit in seinen Zwillings-Bildungen darbietet.

Die bisher beschriebenen Zwillungs-Abänderungen stimmen ihrem Wesen nach mit den schon immer am Harmotom gekannten überein; ich komme jetzt noch zur Betrachtung einer regelmäßigen Gruppierung von Harmotom-KrySTALLen, die sich jedoch bloß zu Annerode findet. Es kann aber diese Bildung freilich in dem Sinne, wie bisher von Zwillingen die Rede war, nicht als solche gelten, sie erinnert an die bekannten der Staurolith- und Graubraunstein-KrySTALLe.

Zwei quadratische an den Enden vierflächig zugespitzte Prismen von bedeutenderer Länge sind in genau rechtwinkliger Durchwachsung, und zwar so, daß sich beide in ihren Kanten schneiden (siehe Fig. 9). Indess nur zuweilen sieht man diese Bildung ganz, häufiger ist Ausbildung der einen Hälfte durch das Aufwachsen verhindert, und dann stellen die KrySTALLe

gleichsam die beiden Schenkel eines Winkelmaßes vor, das mit dem Scheitel fest aufsitzt.

Diese Gruppe giebt Aufschluss über eine andere mit ihr vorkommende, die die Fig. 10 darstellt. Drei Krystalle von oben beschriebener Form sind in derselben rechtwinklichen Durchwachsung, sie befinden sich in derselben gegenseitigen Stellung, wie die drei Axen des regulären Rauten-Dodecaeders. Die einzelnen Krystalle sind zuweilen nur sehr kurz, und pflegen dann immer den größten Durchmesser zu haben; überhaupt gehörten die bedeutendsten Krystalle, die ich bisher zu Annerode fand, welche freilich nie die Dicke von $\frac{1}{2}$ ''' erreichten, meistens zu solch einer mehr oder minder deutlich ausgebildeten Durchwachsung. Das Aufgewachseneyn hindert auch hier häufig, in größerm oder geringerm Grade, die Ausbildung des einen Endes eines oder zweier, auch wohl aller dreier Prismen; ich bemerkte aber Gruppen, die bloß mit einer Krystall-Spitze aufgewachsen waren, und daher sehr deutlich ihre ganze Bildung erkennen ließen. Ich sah auch zwei solche Gruppen so an einander gelegt, daß alle einzelnen Krystalle der einen Gruppe sich der Länge nach an die der andern anschlossen. Beim ersten Anblick könnte man glauben, hier sechs Krystalle mit den Flächen ihrer Spitzen an einander gewachsen zu sehen, allein das Irrige dieser Meinung zeigt schon die vorige Bildung. Zudem müßten die Flächen der Endspitzen des Prismas sich gegen die Seitenkanten desselben unter einem Winkel von 135° neigen, oder mit andern Worten, die Grundkanten des beim Harmotom angenommenen

quadratischen Octaeders müßten 90° messen, wenn eine derartige Bildung dieser Gruppe mit den Gesetzen der Kry stall-Bildung in Einklang stehen sollte.

3.

Die oben angegebenen Resultate der Analyse des Anneroder und Schiftenberger Harmotoms thun dar, daß die auffallende Verschiedenheit der Kry stall-Formen beider Abänderungen mit großer Abweichung ihres chemischen Gehalts verbunden erscheint. Die Anneroder Abänderung gab in 100 Theilen nicht $\frac{1}{2}$ Theil Baryt, während in der Schiftenberger 17 Theile Baryt in 100 Theilen aufgefunden wurden. Dürfte man hier wohl einen nähern Zusammenhang der chemischen Abweichung mit der in den Kry stall-Formen vermuthen? Sind vielleicht das Erscheinen der unregelmäßigeren Kry stall-Formen und das bedeutendere Hervortreten des Baryt-Gehaltes zu einander in innigerer Beziehung stehende Erscheinungen? Beantworten ließen sich diese Fragen mit Bestimmtheit nur dann, wenn man eine gehörige Menge der dodecaedrischen Abänderung mit quadratischen Säulen vom Schiftenberge, und der Zwillinge von Annerode zur chemischen Annalyse erhalten könnte, wozu freilich vor der Hand noch keine Aussicht da ist.

VI.

E. F. F. CHLADNI

über die Hervorbringung der menschlichen Sprachlaute.

a. Allgemeine Bemerkungen.

Bei meinen Untersuchungen über die Hervorbringung der menschlichen Sprachlaute hat sich manches andere gezeigt, als es gewöhnlich ist vorgetragen worden; es scheinen mir auch die bisherigen Anordnungen und Eintheilungen dieser Laute nicht ganz der Natur gemäß zu seyn; ich halte also nicht für überflüssig, hier Einiges darüber zu sagen, was bei der Hervorbringung dieser Laute, meinen Beobachtungen zufolge, als wesentliches Erforderniß, oder als willkürlich anzusehen ist, und wie diese Laute in Beziehung auf die Art ihrer Hervorbringung am schicklichsten zu ordnen und einzutheilen sind. Da es hier nur darauf ankommt, ob ein Laut in irgend einer menschlichen Sprache, besonders in Sprachen gebildeter Völker vorkommt, so kann hier weder auf die deutsche Sprache, noch auf irgend eine andere, besondere Rücksicht genommen, wohl aber mancher Laut, so weit es nöthig ist, aus Sprachen, in denen er vorkömmt, erläutert werden.

Stimme nennt man die aus der Lunge durch den Sprachkanal ausgehende Luft, welche bei dem Durchzuge durch die mehr oder weniger gespannten und

einander genäherten Kehlbänder in zitternde Bewegung gesetzt ist, (ungefähr so, wie die Hervorbringung des Klanges in den Röhrenwerken der Orgel geschieht) *). Diese Stimme erhält nun durch mannigfache Hindernisse, welche sich in den übrigen Sprachwerkzeugen deren freiem Durchzuge entgegenstellen, die qualitativen Verschiedenheiten **), durch welche ein jeder *Sprachlaut* sich von dem andern unterscheidet. Zum Vornehmlichsprechen ist die Stimme nothwendig, aber zum Leisepprechen ist der Hauch ohne Stimme schon hinreichend. Bei den meisten Sprachlauten strömt die Luft durch den Mund aus, und nur bei den drei Consonanten, welche als Nasenlaute anzusehen sind, ist der Mund verschlossen, und die Luft nimmt ihren Ausgang durch die Nase.

*) Ueber die menschlichen Sprachwerkzeuge hier Mehreres zu sagen, würde überflüssig seyn, da man aus jedem guten anatomischen Lehrbuche sich davon unterrichten kann.

**) Worin nun das Wesen dieser qualitativen Verschiedenheiten bestehe, und was in dem fortleitenden Medium, es sey die Luft oder ein an die Zähne gesetzter Stab, oder sonst etwas, bei jedem Laute, aufser der allgemeinen Schwingung, besonders vorgehe, und wie die Theilchen dieses Mediums im Stande sind, einen jeden Laut gewissermaßen nachzusprechen, davon wissen wir eigentlich gar nichts, und es würden sich hierüber zwar Ideenspiele vortragen lassen, aber nichts, dessen Richtigkeit durch Erfahrungen und Beobachtungen sich nur einigermaßen nachweisen liefse. Da uns nun die Natur hier und auch in so vielen andern Dingen das Wesen der qualitativen Verschiedenheiten so hartnäckig verbirgt, so bleibt uns nichts anders übrig, als immer genauer zu erforschen, unter welchen Bedingungen sich die Erscheinungen auf die oder jene Art zeigen.

Alle Sprachlaute beruhen auf mannigfachen Oeffnungen, Verschliefungen und Verengungen der verschiedenen Sprachwerkzeuge. Sie werden in *Vokale* und *Consonanten* eingetheilt. Die erstern werden im Deutschen gewöhnlich: *Selbstlauter*, und die andern: *Mitlauter*, genannt; es sind aber beide Benennungen nicht recht passend, weil man die meisten Consonanten auch für sich, ohne Vokal, fortdauernd aussprechen kann; wie denn auch im Böhmischen und Polnischen die Consonanten *l* und *r* in mancher Sylbe die Stelle eines Vokals vertreten. Die von Einigen den Vokalen gegebene Benennung: *Stimmlauter*, ist auch nicht zu billigen, weil man jeden Vokal und die meisten Consonanten mit und ohne Stimme aussprechen kann. Ich werde also hier die ältern Benennungen: *Vokale* und *Consonanten*, beibehalten, da sie allgemein verständlich sind, und in Deutschland das Bürgerrecht erhalten haben.

B. Ueber Hervorbringung der Vokale.

Die *Vokale* entstehen durch mehrere oder mindere Oeffnung des Lippen- oder Gaumenkanals, oder auch beider zugleich. Es sind deren 10 vorhanden, außer noch einem den Vokalen etwas ähnlichen Laute, dem *Schwa*, von dem zu Ende der Lehre von den Vokalen weiter die Rede seyn wird. Da nicht für alle Vokale bestimmte Zeichen vorhanden sind, so werde ich, wenn zwei benachbarte Vokale gewöhnlich nicht auf verschiedene Art bezeichnet werden, den mehr offenen durch einen Gravis (') und den mehr geschlossenen durch einen Acutus (´) bezeichnen, so wie es

im Französischen mit dem *é ouvert* und dem *é fermé* geschieht.

Wenn alle Theile der Sprachwerkzeuge weit geöffnet sind, erscheint der Vokal *a* *). Von diesem an gerechnet finden drei Reihen von Vokalen Statt, nämlich

I. durch *stufenweise Verengung des Lippenkanals*: *a, ò, ó, u*.

II. durch *stufenweise Verengung des Gaumenkanals*: *a, è, é, i*.

III. durch *stufenweise Verengung des Lippenkanals und des Gaumenkanals zugleich*: *a, ö, ø, ü*.

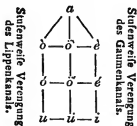
Bei Hervorbringung dieser Vokale ist auch das verschiedene *Aufwärtsziehen des Kehlkopfes* zu bemerken, wovon man sich leicht wird überzeugen können, wenn man die Finger fest an die Kehle in die Quere anlegt. Bei der Hervorbringung des *a* wird der Kehlkopf aus seiner gewöhnlichen Lage schon merklich in die Höhe gezogen; bei den übrigen Vokalen der ersten Reihe: *ò, ó, u*, bleibt dessen Lage so, wie sie bei dem *a* ist; aber bei der zweiten Reihe: *a, è, é, i*, so wie auch bei der dritten Reihe: *a, ö, ø, ü*, wird der Kehlkopf immer weiter in die Höhe gezogen, so daß in diesen beiden Reihen nicht bloß eine stufen-

*) Die hebräische Benennung: *Patach*, ist also sehr der Natur gemäß, wegen der weiten Oeffnung aller Sprachwerkzeuge. Das *Kamez*, welches in Sprachlehren als ein langes *a* angesehen wird, mag sich wohl dem *ò* genähert haben, wenigstens sprechen es die neuen Hebräer, besonders die deutschen und polnischen, wie ein *ò*, oder auch wohl wie ein *ó* aus.

weise Verengung, sondern auch eine stufenweise Verkürzung des Gaumenkanals Statt findet.

Manche dieser Vokale, welche Mittellaute zwischen zwei andern sind, hat man vormals mit Unrecht als Diphthongen angesehen. Zu einem *Diphthong* wird erfordert, daß zwei Vokale nach einander in einer Sylbe ausgesprochen werden, wenn aber ein solcher Laut sich mit Fortdauer ohne Veränderung aussprechen läßt, so ist es ein Vokal. So ist z. B. *ä* ein Mittellaut zwischen *u* und *i*, und ein Vokal, aber *ui* (z. B. in dem Worte, *pfui*) ist ein Diphthong.

Am deutlichsten werden sich die 10 Vokale in folgendem Schema übersehen lassen:



Die *erste Reihe der Vokale* ist also die, bei welcher der *Lippenkanal nach und nach verengert* wird. Die Oeffnung des Gaumenkanals, und die im ersten Grade aufwärts gezogene Lage des Kehlkopfes bleibt so, wie sie bei dem *a* ist. Die Stufen der Lippenverengung sind folgende:

- 1) *a*,
- 2) *ò*, wo die Lippen einander etwas mehr, als bei dem *a*, genähert werden. Im Dänischen wird es durch *aa*, und im Schwedischen durch *ä* ausgedrückt. Im Hochdeutschen kommt es gewöhnlich nur

kurz vor, in Sylben, die sich mit einem Consonanten enden, z. B. in: *dort, offen*. Im Französischen und andern damit verwandten Sprachen am gewöhnlichsten auch so, z. B. in: *homme, porter*; bisweilen auch länger, z. B. in: *sauver, laurier*. In diesen und vielen andern Sprachen wird dieses *ò* durch kein besonderes Zeichen von dem *ó* unterschieden, außer, daß im Französischen das *au*, wenn es nicht am Ende eines Wortes vorkommt, gewöhnlich dieses *ò* ausdrückt.

3) *ó*, wie im Deutschen in: *oben, homogen*, und im Französischen in: *eau, opéra*. Die Lippen werden hier einander noch mehr, als bei dem *ò*, genähert, und etwas zugerundet, so daß die Verkleinerung des Lippenkanals nicht bloß in senkrechter Richtung geschieht, sondern auch die Ränder der Lippen an beiden Seiten sich an einander legen.

4) *u*, welches im Französischen durch *ou* (fast wie im Griechischen durch *ou*), im Holländischen durch *oe* und im Englischen durch *oo* bezeichnet wird. Die Lippen werden hier mehr zugespitzt und deren Oeffnung theils in senkrechter Richtung, theils auch durch Zusammendrückung der Lippenränder auf beiden Seiten noch mehr verkleinert, als bei Hervorbringung des *ó*. Wenn man die Lippen einander in senkrechter Richtung noch mehr nähert, als zur Hervorbringung des *u* erfordert wird, so geht es in den Consonanten *w* über. Im Englischen kommt dieses häufig vor.

Die zweite Reihe der Vokale beruht auf *stufenweisen Verengungen der Gaumenöffnung*, wobei zugleich der Kehlkopf immer weiter in die Höhe gezo-

gen wird. Die Lippenöffnung wird hierbei nicht verändert. Die Ordnung dieser Vokale ist folgende:

1) *a*,

2) *è*, wird im Französischen theils auf diese Art, theils durch *ai* bezeichnet; im Deutschen bisweilen durch *ä*, bisweilen auch durch *e*, z. B. in den Worten: *Pferd*, *etwas*. In den meisten Sprachen hat man keine besondern Zeichen, um *è* und *é* zu unterscheiden. Bei diesem Laute wird der Gaumenkanal durch einige Hebung des Zungenrückens etwas verengt, und auch durch den zweiten Grad der Hebung des Kehlkopfes verkürzt.

3) *é*, wie in den Worten: *Hebe*, *hélas*. Bei diesem Vokal wird die Zunge dem Gaumen noch mehr genähert, als bei dem *è*, so daß deren Ränder an den Seiten den Gaumen berühren, und der Kehlkopf wird im dritten Grade gehoben.

4) *i*. Die Gaumenöffnung wird noch mehr verengt, als bei dem *é*, indem die Ränder der etwas rinnenförmig gebogenen Zunge stärker gegen den Gaumen gedrückt werden; der Kehlkopf wird zugleich im vierten Grade in die Höhe gezogen. Wenn die Gaumenöffnung bei unveränderter Lage des Kehlkopfes durch noch stärkeres Andrücken der Zunge gegen den Gaumen noch mehr verengt wird, so geht dieser Vokal in den verwandten Consonanten *j* über. Im Französischen findet sich oft ein solcher Uebergang, z. B. in: *voyez*, *payer*.

Noch ist im Allgemeinen zu bemerken, daß bei dieser Reihe der Vokale, und auch bei der folgenden, die Verengungen der Gaumenöffnung nicht sehr weit

hinterwärts, sondern ungefähr in der Mitte der Zunge und des Gaumens geschehen. Manche Consonanten, die als Kehllaute anzusehn sind, haben ihren Sitz viel weiter hinterwärts.

Bei den *Vokalen der dritten Reihe* wird die *Lippenöffnung* und die *Gaumenöffnung* zugleich verengert, und der *Kehlkopf* eben so, wie bei den verwandten Vokalen der zweiten Reihe, *in die Höhe gezogen*. Die Stufen sind folgende:

1) *a*,

2) *ö*, kommt im Hochdeutschen gewöhnlich nur kurz vor, in Sylben, die sich mit einem Consonanten enden, z. B. in: *öffentlich, Wörter*; im Französischen aber mit längerer Haltung, z. B. in: *veuve, bonheur, soeur*. In dem Worte: *heureux*, findet sich in der ersten Sylbe dieses offene *ö*, in der zweiten aber das hernach zu erwähnende mehr geschlossene *ö*, welche zwar einerlei Zeichen haben, aber doch ganz verschiedene Vokale sind. Im Italienischen, Portugisischen und Spanischen kommt dieser Laut, so wie auch das *ö*, gar nicht vor; im Holländischen aber oft, wo beide durch *eu* bezeichnet werden. Im Dänischen, Schwedischen, und im Ungarischen werden beide, eben so, wie im Deutschen, durch *ö* bezeichnet. Bei dem *ö* ist die Verengung der Lippenöffnung, wie bei dem *ò*, und die Verengung der Gaumenöffnung, nebst der Hebung des Kehlkopfes, wie bei dem *é*; es ist also als ein Mittellaut zwischen diesen beiden anzusehen, so wie es auch, eben so wie bei den übrigen Vokalen dieser Reihe, in dem gegebenen Schema durch Querstriche angedeutet ist.

5) *ø'*, so wie im Deutschen in: *hören, öde*, und im Französischen in: *jeu, adieu*. Die Lippenöffnung ist wie bei dem *o*, und die Gaumenöffnung nebst der Hebung des Kehlkopfes, wie bei dem *é*; es ist also ein Mittellaut zwischen diesen beiden Lauten.

4) *ü*, welches im Französischen und Holländischen durch *u*, und im Dänischen und Schwedischen durch *y* ausgedrückt wird. Im Spanischen, Portugiesischen und auch in der reinen Aussprache des Italienischen findet sich dieser Laut nicht; wohl aber in manchen Dialekten des nördlichen Italiens, wo z. B. *natura* wie *natūra* ausgesprochen wird. Lippenöffnung wird bei diesem Laute eben so verengt, wie bei dem *u*, und die Gaumenöffnung eben so verkleinert, und der Kehlkopf in die Höhe gezogen, wie bei dem *i*; es ist also ein Mittellaut zwischen diesen beiden.

Außer diesen 10 Vokalen giebt es noch einen den Vokalen etwas ähnlichen kurzen Laut, das *Schwa*, dessen aus dem Hebräischen entlehnter Name auch im Deutschen von einigen der bessern Schriftsteller beibehalten worden ist. Am besten möchte er sich wohl durch einen Apostroph (') ausdrücken lassen. Als ein eigentlicher Vokal kann er nicht angesehen werden, weil er keiner Fortdauer fähig, sondern nur ein kurz ausgestoßener Hauch ist, der mit einem sehr kurzen *ø'* oder *é* einige Aehnlichkeit hat. Den Unterschied zwischen einem kurzen *ö'* oder *é* und dem *Schwa* wird man aber leicht bemerken können, wenn man z. B. das lateinische Wort: *per* ausspricht, wo zwischen dem *p* und *r* ein kurzes *é* ist, und sodann: *p'r*, wo zwischen beiden Consonanten kein eigentlicher Vokal, sondern ein *Schwa* ist. Im Französischen ist das stum-

me *e*, in den Fällen, wo etwas davon gehört wird, ein solches Schwa, und im Deutschen ist der in vielen Worten vorkommende Laut, welcher gewöhnlich als ein kurzes *e* angesehen wird, auch nichts anderes. Wenn z. B. *Morgen* geschrieben wird, oder *Diener*, so ist die Aussprache eben so, als wenn man *Morg'n* und *Dien'r* schriebe. So wird auch im Englischen *Sir* nicht anders, als: *Sr*, ausgesprochen. Die Italiener lassen es in der Aussprache des Lateinischen stärker und öfter hören, als die Deutschen. Auch im Gefange, wenn eine Zeile, z. B. mit *amar* oder *morir* sich endet, wird man bei einiger Aufmerksamkeit fast immer dieses Schwa als ein kurzes Anhängsel des letzten Consonanten vernehmen können. Es scheint fast, als ob man es für nöthig halte, um der letzten Sylbe etwas mehr Resonanz oder Nachdruck zu geben.

G. Ueber die Hervorbringung der Consonanten:

Die *Consonanten* beruhen auf mancherlei Verschliefungen, Stemmungen oder Annäherungen der Theile, zwischen denen die ausgehende Luft durchgeht. Sie unterscheiden sich hauptsächlich dadurch von den Vokalen, daß bei ihnen in irgend einem Theile der Sprachwerkzeuge eine noch stärkere Verengung vorgeht, als bei einem Vokale Statt finden kann, wiewohl mit Ausnahme des *h*, welches man mehr für eine Aspiration, als für einen eigentlichen Consonanten halten könnte. Selbst die mit den Vokalen am meisten verwandten Consonanten, *w* und *j*, erfordern eine stärkere Verengung, als die mit ihnen verwandten Vokale, und zwar das *w* eine stärkere Lippenverengung, als das *u*, und das *j* eine noch

stärkere Gaumenverengung, als das *i*. Die meisten Consonanten können *weich* oder *hart* (gelind oder scharf) ausgesprochen werden. Der Unterschied besteht darin, daß die Verschließung, Stemmung oder Näherung der Theile bei den weichen Lauten mit weniger Kraft, und mehr allmählig, und bei den harten mit mehr Kraft und mehr plötzlich eintritt oder aufgehoben wird, und daß bei letztern auch die Ausstoßung des Luftstroms schärfer ist.

Die Hervorbringung der Consonanten, deren es, wenn man Weichheit und Härte, nebst noch einigen Modificationen, nicht mitrechnet, 15 giebt, kann geschehen

I. *Durch Verschließung des Mundes und der Nase. (Verschlußlaute.)*

II. *Durch Verschließung des Mundes bei offener Nase. (Nasenlaute.)*

III. *Durch Stemmung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern*, wobei die Luft neben den gegen einander gestemmteten Theilen vorbei, oder zwischen ihnen hindurchgeht. (*Stemmlaute.*)

IV. *Durch Annäherung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern*, so daß der Luftstrom sich dazwischen durchzwängen muß. (*Zischlaute.*)

V. *Durch Zitterung gewisser Theile*, bei einer Annäherung, wie in Num. IV. (*Zitterlaute.*)

VI. *Durch einen bloßen hörbaren Hauch. (Hauchlaute.)*

In dieser Ordnung, bei welcher die Art der Hervorbringung zum Grunde liegt, soll nun über die einzelnen Consonanten das Nöthige gesagt werden, und zwar so, daß bei Anordnung derer, welche zu einer

dieser 6 Abtheilungen gehören, eine Stufenfolge von den äußern Sprachwerkzeugen zu den innern Statt findet. Man kann also die hier gegebenen 6 Abtheilungen als generische, und die Beziehungen auf die mehr nach Außen oder nach Innen befindlichen Sprachwerkzeuge als specifische Verschiedenheiten ansehen, und die Modificationen in Hinsicht auf die Weichheit und Härte, u. s. w. als Varietäten derselben Species.

Die *erste Abtheilung der Consonanten* ist also die, welche durch eine *Verschließung des Mundes und der Nase gebildet wird*. Diese Verschließung kann, eben so, wie die späterhin zu erwähnenden Stemmungen und Annäherungen, entweder nach einem vorhergegangenen Laute eintreten, oder vor einem nachfolgenden Laute aufgehoben werden, und dieses Eintreten oder Aufheben geschieht bei den weichen Lauten gelinder, und bei den harten mit mehr Schärfe. Mit jedem dieser Mitlauter ist einer der in der zweiten Abtheilung zu erwähnenden Nasenlaute verwandt. Die zu dieser ersten Abtheilung gehörenden *Verschlusslaute* sind folgende:

1) *Lippenverschlus'slaut*: *b* und *p*. Hier werden die Lippen, so wie auch die Nase verschlossen, und die übrigen Sprachwerkzeuge haben nichts damit zu thun. Die nächste Verwandtschaft hat dieser Laut mit *m* und *w*. Der Unterschied besteht nur darin, daß bei dem *m* die Nase offen bleibt, und daß bei dem *w* die Lippen nicht ganz verschlossen, sondern einander nur so genähert werden, daß ein schmaler Luftstrom zwischen ihnen durchgehen kann. Oft wird das *b* mit dem *w* verwechselt; im Neu-Grie-

chischen wird das β ganz wie ein w ausgesprochen, eben so auch das b in manchen spanischen Worten, und in Deutschland ist es auch bei einer nicht ganz richtigen Aussprache mancher Worte sehr gewöhnlich.

2) *Gaumenverschlusslaut*: d und t . Der vordere Theil der Zunge wird an den vordern Gaumen so angedrückt, daß der Mund dadurch verschlossen wird. Ob nun dieses mit der aufwärts gebogenen Spitze der Zunge geschieht, oder mit einem etwas hinter denselben befindlichen Theile, wobei die Spitze an die obern oder untern Zähne angelegt werden kann, ist für die Wirkung einerlei. Wenn bei derselben Verschließung des Gaumen die Nase offen bleibt, wird ein n daraus.

Eine merkwürdige Abänderung des d und t ist das englische harte und weiche th , zu dessen Hervorbringung außer dem Anlegen der Zunge an dem Vordergaumen auch erfordert wird, daß die Spitze der Zunge nebst dem Rande der Unterlippe an die Zähne gelegt werde. Im Neu-Griechischen wird auch das *Delta* ungefähr wie das weiche englische th , und das θ wie das harte th ausgesprochen. Zur Uebung in der Aussprache können die Worte: $\delta\acute{o}\xi\alpha\ \tau\omicron\upsilon\ \theta\epsilon\omicron\upsilon$, am besten dienen, weil da erst das weiche th , sodann das gewöhnliche t , und hernach das harte th auszusprechen ist.

3) *Kehlenverschlusslaut*: g (wie in den französischen Worten: *garçon, guérir, gourmand*), und k , welches letztere in einigen Sprachen vor a , o und u durch c , und vor e und i durch qu , und im Italienischen durch ch angedrückt wird. Bei diesen Lau-

ten, *g* und *k*, wird der hintere Theil der Zunge an den hintern Theil des Gaumen gedrückt, und dessen Oeffnung, so wie auch der Nasenkanal, verschlossen. Wenn dieser offen bleibt, so hört man bei derselben Verschließung des Hintergaumens den Nasenlaut: *n̄*, von dem in der folgenden Abtheilung unter No. 3. weiter die Rede seyn wird. Der weiche Laut *g* wird in manchen Gegenden Deutschlands sehr unrichtig wie ein *j* ausgesprochen, und in einigen andern wieder zu hart, fast wie ein *k*. Manche sprechen ihn, eben so unrichtig, wie das gutturale *ch* aus.

Die hier beschriebenen Verschlusslaute sind schlechterdings keiner Fortdauer fähig, und werden auch deshalb: *stumme Consonanten*, genannt. Alle übrigen Consonanten können aber, auch ohne Vokal, so lange fortdauern, als der Athem es gestattet.

Bei der *zweiten Abtheilung der Consonanten* wird der Mund verschlossen, und die Nase bleibt offen, so daß die Luft durch diese ausströmt; sie können also am besten durch den Ausdruck: *Nasenlaute*, bezeichnet werden. Personen, deren Gaumenvorhang und Zäpfchen durch Krankheiten beschädigt ist, so daß etwas Luft nebenher in die Nase geht, können die vorher beschriebenen Verschlusslaute nicht gehörig aussprechen. Dieses nennt man mit Recht: *durch die Nase reden*. Wenn aber die Nase bei einem heftigen Schnupfen verstopft ist, so wird man die Nasenlaute, von denen hier die Rede ist, nicht gut, und nicht mit einiger Fortdauer aussprechen können, weil die Luft keinen Ausweg durch die Nase hat, und nur ein kleiner Theil davon in den hintern Theil des Nasenkanals gepreßt werden kann. Dieses nennt man

auch gewöhnlich: *durch die Nase reden*, es würde aber richtiger seyn, zu sagen: *ohne Nase reden*.

Die zu dieser Abtheilung gehörenden Consonanten sind folgende:

1) *Lippennaselaute*: *m*. Die Lippen werden eben so verschlossen, wie bei dem *b* und *p*, aber die Nase bleibt offen.

2) *Gaumennaselaute*: *n*. Hier wird der Mund eben so, wie bei dem *d* und *t*, durch Andrückung des vordern Theils der Zunge an den vordern Theil des Gaumens verschlossen, aber die Nase bleibt offen.

Das *nn* oder *ñ* (*n con tilde*) der Spanier, das *nh* der Portugiesen und das *gn* im Französischen und im Italienischen sind nichts anders, als eine Verschmelzung des *n* mit einem schnell darauf folgenden Mittellaute zwischen *i* und *j*.

3) *Kehlennaselaute*: *ñ*, wird öfters durch *ng* bezeichnet; nur muß man sich dabei nicht etwa zwei aufeinander folgende Laute, *n* und *g*, vorstellen, sondern einen diesen etwas ähnlichen Consonanten, welcher sich auch ohne Vokal mit Fortdauer aussprechen läßt. Ich bezeichne ihn hier, wie schon von Einigen geschehen ist, durch *ñ*. Der Hintergaumen wird durch den hintern Theil der Zunge eben so verschlossen, wie bei dem *g* und *k*, aber die Nase bleibt offen. Im Deutschen findet sich dieser Laut nur vor *g* und *k*, z. B. in *eng*, *Anker*, *singen*; im Französischen aber auch vor andern Consonanten, z. B. in *ombre*, *enfer*, *ainsi*, *onze*. Im Portugiesischen kommt es auch häufig vor, z. B. in Endungen auf *ão* und deren Plural, und in denen, wo er durch *m* ausgedrückt wird, z. B.

affim, nenhum. Immer kommt er in diesen Sprachen am Ende einer Sylbe vor, aber im Piemontesischen, welches nicht sowohl als ein Dialekt, sondern vielmehr als eine eigene Sprache *) anzusehen ist, kommt dieser Laut auch bisweilen zu Anfange einer Sylbe vor, z. B. in: *Carolina*, welches auszusprechen und abzutheilen ist: Ca-ro-li-nã **). Eben so wird aus *regina* gemacht: *resinã* (mit einem sehr weichen *s*), wo die Abtheilung in Sylben seyn muß: *re-si-nã*. In einigen Ostindischen Sprachen oder Dialekten fangen sich auch Worte und Sylben mit diesem Laute an.

Die dritte Abtheilung der Consonanten wird durch Stemmung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern hervorgebracht. Bei diesen findet nur eine theilweise Verschliefung Statt, indem die Luft neben oder zwischen den gegen einander gedrückten Theilen durchgeht. Die hieher gehörenden Laute, welche ich *Stemmlaute* nenne, sind

1) *Lippenstemmlaut: f.* Die natürlichste Art diesen Laut hervorzubringen ist, wenn der Rand der untern Lippe so gegen die obern Zähne gestemmt wird, daß der Luftstrom sich durch die Zwischenräume der Zähne drängen muß. Auf weniger natürliche Arten läßt er sich auch durch Anstemmung des Randes der Oberlippe gegen die untern Schneide-

*) Es giebt eine Grammatik dieser Sprache von *Pipino*, sie ist aber sehr selten.

**) Wahrscheinlich liegt der Grund, warum man sagt: die *Carolinger*, die *Merowinger*, in einer ältern Aussprache dieser Art.

zähne hervorbringen, oder auch, ohne die Zähne zu Hülfe zu nehmen, dadurch, daß man die Lippen so aneinander drückt, daß die Luft in der Mitte, oder an einer Seite, durch eine enge Oeffnung sich herausdrängt, ungefähr so, als ob man blasen wollte.

2) *Zungenstemmlaut*: *l*. Das wesentlichste Erforderniß zur Hervorbringung dieses Lautes ist, daß der vordere Theil der Zunge auf irgend eine Art nach oben angestemmt werde, und hinter der Stelle der Anstimmung eine concave Biegung nach unten erhalte. Der Anstus der Zunge kann eben so seyn, wie bei dem *d* und *t*, nur mit dem Unterschiede, daß die Gaumenöffnung nicht dadurch verschlossen wird, sondern daß an den Seiten etwas Raum für den Ausgang der Luft übrig bleibt. Bei der mittlern natürlichsten Lage der Zunge wird der Luftstrom in zwei Theile getheilt, und geht auf beiden Seiten um den nach unten gebogenen Theil der Zunge herum durch beide Mundwinkel aus. Diese Zweitheiligkeit des Luftstromes ist aber nichts schlechterdings Nothwendiges, indem man auch, ohne daß der Laut aufhört ein *l* zu seyn, die Zunge so auf der einen Seite anlegen kann, daß der Luftstrom bloß auf der entgegengesetzten Seite des Mundes ausgeht.

Das vollere *l* im Russischen, Polnischen u. s. w. unterscheidet sich dadurch von dem sonst gewöhnlichen *l*, daß die Zungenspitze mehr nach oben umgebogen, und etwas wieder nach hinten angesetzt wird.

Das *ll* im Spanischen, *lh* im Portugiesischen, das *l mouillé* im Französischen und *gl* im Italienischen sind eine Verschmelzung des *l* mit einem kurz darauf folgenden Mittellaute zwischen *i* und *j*. Im Französ-

fischen kommt es immer nur am Ende eines Wortes, oder auch zwischen zwei Vokalen vor; aber im Spanischen fangen sich auch Worte damit an, unter andern solche, wo das lateinische *pl* in ein doppeltes *l* verwandelt wird, z. B. *llano*, *lleno*, *llantar*, *lluvia*. Manche, die es nicht auszusprechen gewohnt sind, finden einige Schwierigkeit dabei, und verwandeln gewöhnlich den Mittellaut zwischen *i* und *j* in ein eigentliches *i*.

3) *Gaumenstemmlaut*: *j*, (nach der deutschen Aussprache in: *ja*, *jung*). Dieser Laut kann *weich* oder *hart* seyn, und wird im Deutschen, wenn er *weich* ist, auch öfters durch *g* ausgedrückt, z. B. in den Worten: *Säge*, *Wege*, *borgen*, (nach der in den meisten Gegenden Deutschlands üblichen Aussprache), und wenn es *hart* ist, nach *ä*, *e*, *i* und *ü*, durch *ch*, z. B. in den Worten: *Dächer*, *rechnen*, *Löcher*. Der Zungenrücken wird mit seinen Rändern gegen den mittlern Theil des Gaumen gedrückt, so daß in der Mitte ein sehr enger Kanal übrig bleibt, durch welchen die Luft hindurchgezwängt wird. Der Kehlkopf wird zugleich eben so weit in die Höhe gehoben, wie bei der Hervorbringung des *i*. Der vorderste Theil der Zunge hat mit diesem Laute nichts zu thun, und kann nach Willkühr verschiedene Lagen bekommen. Wenn die Ränder des Zungenrückens weniger stark gegen den Gaumen gedrückt werden, und der mittlere Theil der Zunge eine weniger enge und mehr rinnenförmige Höhlung erhält, so wird der Vokal *i* daraus, mit welchem das *j* eben so verwandt ist, wie das *ω* mit dem *u*. Im Französischen, Italienischen, Spanischen und Portugiesischen wird ein Mittellaut zwi-

ſchen *z* und *j*, wie ſchon bemerkt worden, oft mit einem vorhergehenden *l* oder *n* verbunden, in manchen andern Sprachen, z. B. im Polniſchen, und noch mehr im Lettiſchen, auch mit andern Conſonanten. Der Laut *j* wird übrigens in manchen Gegenden Deutschlands öfters ſehr gemißbraucht, indem man ihn als Surrogat des in der erſten Abtheilung der Conſonanten erwähnten *g*, oder auch des gutturalen *ch* in ſolchen Fällen anwendet, wo man dieſe Laute nicht gehörig ausſprechen kann, oder auszuſprechen gewohnt iſt.

Die *vierte Abtheilung der Conſonanten* wird durch *Annäherung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern* hervorgebracht. Dieſe Laute, welche ich *Ziſchlaute* *) nenne, unterſcheiden ſich von den zu der vorigen Abtheilung gehörenden dadurch, daß zu deren Hervorbringung keine Andrückung oder Stemmung eines Theiles an den andern erfordert wird, ſondern nur eine ſolche Näherung, daß der Luftſtrom zwiſchen den einander ſehr nahen Theilen ſich durchdrängen kann, daher man ſie auch: *Näherungslaute*, nennen könnte. Hieher gehören folgende Laute:

1) *Lippenziſchlaut*: *w*. Die Lippen werden breit gehalten, und deren Ränder einander ſo genähert, daß

*) Ich verſtehe hier unter dem Worte: *Ziſch*, einen Laut, der durch einen zwiſchen zweien einander ſehr nahen Theilen ſich hindurchzwängenden Luftſtrom hervorgebracht wird. Die Benennung hat alſo, wie die übrigen, deren ich mich hier bediene, nicht ſowohl Beziehung auf den Charakter, ſondern vielmehr auf die Hervorbringung dieſer Laute.

ein breiter und sehr enger Luftstrom zwischen ihnen hindurchgeht. Auf eine weniger natürliche Art läßt sich dieser Laut auch durch Anlegung einer Lippe an die entgegengesetzte Reihe der Zähne hervorbringen. Dieses Anlegen darf aber nur sehr gelind geschehen, indem, wenn eine Lippe so stark an die Zähne gedrückt wird, daß man es als eine eigentliche Stemmung ansehen kann, es in den Laut *f* übergeht. Der Laut *ω* hat auch, wie schon bemerkt worden, eine nahe Verwandtschaft mit dem Vokal *u*; wenn nämlich die bei dem *u* zugerundeten und zugespitzten Lippen in senkrechter Richtung einander mehr genähert werden, als zur Hervorbringung des *u* erfordert wird, und der Zwischenraum zwischen den Lippen breiter und enger wird, so geht das *u* in *ω* über, so wie dieses im Englischen häufig vorkommt. In den meisten europäischen Sprachen (die Slavische ausgenommen) wird der Laut, welchen man im Deutschen durch *ω* bezeichnet, durch *v* ausgedrückt, und meines Wissens wird in keiner andern Sprache, außer im Deutschen und im Holländischen, das *v* wie ein *f* ausgesprochen *).

2) *Zungenzischlaut: s*. Der vordere Theil der Zunge wird convex dem vordern Theile des Gaumen so genähert, daß sich der Luftstrom durch den sehr engen Zwischenraum durchzwängen muß. Die Zähne

*) Deutsche, die nach Italien oder Frankreich kommen, sollten sich sehr hüten, in Worten, die nicht ursprünglich deutsch sind, das *v* nicht wie ein *f* auszusprechen, weil man es lächerlich findet, und in Italien es öfters auch auf dem Theater lächerlich macht.

werden auch einander sehr genähert. Der Ansatz der Zunge ist derselbe, wie bei dem *d* und *t*; der Unterschied ist nur der, daß die Zunge nicht an dem Gaumen gedrückt werde, sondern ihm nur sehr nahe seyn muß. Es ist im Wesentlichen einerlei, ob die Zungenspitze, oder ob ein etwas hinter derselben befindlicher Theil der Zunge dem Gaumen genähert wird, und im letztern Falle kann die Zungenspitze sehr verschiedene Lagen bekommen, ohne daß der Laut aufhört ein *s* zu seyn, wiewohl die Schärfe bei verschiedener Lage der Zunge etwas verschieden seyn kann. Dieser Laut ist verschiedener Grade von Weichheit und Härte fähig; in den meisten Sprachen findet sich ein *weiches* und ein *hartes s*, wiewohl sie nicht immer auf verschiedene Art bezeichnet werden. Im Russischen werden sie durch verschiedene Buchstaben unterschieden. Im Französischen finden sich drei Arten des *s*, nämlich ein *ganz hartes*, welches vor *e* und *i* durch *c*, und vor *a* und *o* durch *ç* ausgedrückt wird, z. B. in den Worten: *garçon, ceci*; sodann das gewöhnliche *mittlere s*, und endlich ein *ganz weiches*, welches durch *z* ausgedrückt wird, z. B. in: *douze, treize, zéro*. Im Hebräischen finden sich auch dreierlei *s*, nämlich das *Sajin* ganz weich, das *Samech* härter, und das *Sin* noch härter. Im Ungarischen bedeutet das Zeichen *s* den Laut *sch* und wird auch *esch* genannt, und der Laut unseres *s* wird durch *sz* bezeichnet. Das *Sigma* der Neugriechen ist von dem sonst gewöhnlichen *s* etwas verschieden, indem die Zunge etwas weiter hinterwärts, und in einer etwas größern Fläche dem Gaumen genähert wird.

3) *Gaumenzischlaut: sch.* Der Zungenrücken wird dem mittlern Theile des Gaumen genähert, (aber weniger, als die Annäherung des Vordertheils bei dem *s* beträgt), und der Vordertheil der Zunge erhält eine etwas platte Gestalt, so daß der Luftstrom in der ganzen Breite des Mundes zwischen der Zunge und dem Gaumen durchzieht. Die Zähne werden geschlossen, oder einander sehr genähert, indem der Durchgang der Luft durch die Zwischenräume der Zähne die Schärfe des Lautes sehr vermehrt, so daß man ihn auch allenfalls: *Zähnezischlaut*, nennen könnte. Dieser Laut kann *weich* und *hart* seyn. Der weiche Laut wird im Französischen, so wie auch im Portugiesischen, vor *a*, *o* und *u* durch *j* ausgedrückt, und vor *e* und *i* durch *g*. Im Deutschen ist kein Zeichen vorhanden, um diesen weichen Laut auszudrücken; wenn man also z. B. *Genie* oder *Loge* schreiben will, muß man es nach französischer Art schreiben und aussprechen. Im Italienischen kommt dieser weiche Laut nicht für sich vor, wohl aber in Verbindung mit einem vorher auszusprechenden *d*, z. B. in: *giardino*, *gela*. Der harte Laut wird im Deutschen durch *sch* bezeichnet, (wiewohl sehr unpassend, weil er mit *s*, *c* und *h* nichts gemein hat), im Französischen durch *ch*, im Portugiesischen durch *x*; im Italienischen vor *a*, *o* und *u* durch *sci* und vor *e* und *i* durch *sc*. Im Spanischen ist weder der weiche noch der harte Laut dieser Art für sich vorhanden, wohl aber der harte in Verschmelzung mit einem vorhergehenden *t*, und wird durch *ch* ausgedrückt, z. B. in: *muchacho*. In der Russischen Sprache wird der weiche und der harte Laut, jeder durch einen besondern

Buchstaben ausgedrückt, und außerdem giebt es noch einen Buchstaben für *tsch* und einen für *schtsch*. Die Nengriechen haben den Laut *sch* nicht; und sprechen in dem *σ* das *Sigma* sowohl wie das *Chi* (als Guttural) besonders aus. So wird z. B. *σχημα* ausgesprochen: *S-chima*, und *σχετιος*, *s-chetlios*. Dasselbe geschieht in manchen Gegenden des nordwestlichen Deutschlands, wo man auch das *s* sowohl wie das *ch* besonders ausspricht, und zwar letzteres in einigen Gegenden als Guttural, und in andern mehr dem *j* ähnlich. Auch in einem grossen Theile des nördlichen Italiens scheint man den Laut *sch* nicht zu lieben und verwandelt ihn in den dortigen Dialekten in ein theils weiches, theils hartes *s*, so wie auch vormals die Ephraimiten anstatt *Schiboleth*, *Siboleth* sagten *).

4) *Kehlensischlaut*, oder Gutturallaut, *ch*, kann *weich* oder *hart* seyn. Wenn er *weich* ist, wird er im Deutschen durch (das sehr unbestimmte Zeichen) *g* ausgedrückt, z. B. in den Worten: *sagen*, *Bogen*,

*) Es scheint, daß der die ganze Breite des Mundes und die Zwischenräume der Zähne durchziehende Zischlaut *sch* für unangenehmer gehalten werde, und gehalten worden sey, als irgend ein anderer menschlicher Sprachlaut. Man bedient sich gewöhnlich dieses Lautes, um Thiere zu verschenken; in vielen Gegenden hört man ihn nie, und nach einer von Herrn G. R. v. S. mir mitgetheilten richtigen Bemerkung, bezeichnen die meisten mit *sch* anfangenden deutschen Worte (*schön* und noch einige andere ausgenommen) mehr etwas Unangenehmes, als etwas Angenehmes, wovon man sich mit Hülfe eines jeden Wörterbuchs überzeugen kann.

(nach der in den meisten Gegenden Deutschlands gewöhnlichen Aussprache); wenn er aber *hart* ist, nach *a*, *o* und *u*, durch (das ebenfalls sehr unbestimmte Zeichen) *ch*, z. B. in den Worten: *Sache*, *Buch*. Der hintere Theil der Zunge wird (mit demselben Ansatze, wie bei dem Verschlusslaute *g* und *k*), dem hintern Theile des Gaumen sehr genähert, so daß die Luft durch den engen Raum zwischen beiden sich durchdrängt. Der vordere Theil der Zunge und die übrigen Theile des Mundes haben nichts dabei zu thun. Im Holländischen wird das *g*, auch zu Anfange der Worte, gewöhnlich wie der weiche Laut dieser Art ausgesprochen. Im Französischen, Italienischen und Portugiesischen ist dieser Laut gar nicht vorhanden, aber im Spanischen kommt er häufig vor, und wird, wenn er *weich* ist, durch *j* ausgedrückt, z. B. in *Juan*, *Jaen*, *Mejico* (nach der neuern Schreibart dieses Namens), und wenn er *hart* ist, durch *x*, z. B. in *Xavon*, *Ximenes*, *Xeres*. Im Hebräischen ist das *Cheth* derselbe Laut, und im Griechischen das *Chi*; in allen Sprachen Slawischen Ursprungs kommt er auch häufig vor. Sonderbar ist, daß in den meisten Ländern, wo die deutsche Sprache herrschend ist, Alle diesen Gutturallaut nach *a*, *o* und *u* mit Leichtigkeit aussprechen, daß aber die Meisten entweder gar nicht, oder nur mit vieler Anstrengung im Stande sind, ihn nach *ä*, *e*, *i*, *ö* oder *ü*, oder auch zu Anfange einer Sylbe, auszusprechen. Wenn z. B. zu sagen ist: *Bach*, *Loch*, *Buch*, so spricht Jeder diesen Gutturallaut leicht aus; wenn es aber im Plural heißt: *Bäche*, *Löcher*, *Bücher*, so wird nicht mehr derselbe Laut, sondern ein dem *j* ähnlicher Laut ausgespro-

chen. Da es einmal üblich ist, so ist nichts dagegen einzuwenden; nur ist es kaum zu begreifen, wie so Viele einen Laut, den sie nach gewissen Vokalen leicht aussprechen, nicht auch nach andern Vokalen, oder auch zu Anfange einer Sylbe eben so leicht aussprechen können, und wie sie den Unterschied zweier so verschiedenen Laute weder durch das Gehör, noch bei der Aussprache durch das Gefühl bemerken, und einerlei Laut zu hören und auszusprechen glauben.

Bei der *fünften Abtheilung der Consonanten*, welche als eine Fortsetzung der vierten Abtheilung angesehen werden kann, weil sie auch durch eine Näherung der Theile hervorgebracht werden, ist eine *Zitterung gewisser Sprachwerkzeuge* erforderlich, man kann sie also füglich *Zitterlaute* nennen. Hierher gehört in den Sprachen gebildeter Völker nur eine Art von Laut, nämlich

der *Zungenzitterlaut*, *r*, welches auch von Vielen, wiewohl weniger gut, als *Kehlenzitterlaut* ausgesprochen wird, und auch noch auf eine dritte Art ausgesprochen werden kann. Bei dem *erstern*, welcher reiner und schallender ist als der andere, muß die Zungenspitze frei und (damit der Luftstrom mehr darauf wirken könne) ein wenig aufwärts gerichtet seyn; die Zunge wird (nicht so steif, wie bei dem *l* und *s*, sondern) ganz locker und leicht beweglich gehalten, und der Zungenrücken wird dem Gaumen genähert, so daß die durchziehende Luft die Zungenspitze in zitternde Bewegung setzt. Bei der Hervorbringung des *r* als *Kehlenzitterlaut* wird die Zungenwurzel dem hintern Gaumen so genähert, daß die weichen Theile desselben bei dem Durchzuge der Luft

Zitterungen machen. Der vordere und der mittlere Theil der Zunge haben nichts hierbei zu thun. In manchen Gegenden von Deutschland wird das *r* fast allgemein als Kehllaut ausgesprochen, so daß man für deren Bewohner den Zungenzitterlaut als Schiboleth gebrauchen könnte. Ich war auch sonst gewohnt, das *r* als Kehlenlaut auszusprechen, und konnte mir gar keinen Begriff davon machen, wie es, nach Angabe vieler guten Schriftsteller, als Zitterung der Zungenspitze, oder auch überhaupt als Zungenlaut, angesehen werden könne. Erst vor kurzem habe ich es aber auch als Zungenzitterlaut hervorbringen gelernt, nachdem mein sehr achtungswerther Freund, der Herr Regierungsrath Hahn in Erfurt, mir die Art der Hervorbringung genauer gezeigt hat. Seitdem habe ich bemerkt, daß das *r* sich auch noch auf eine dritte Art, dem Zungenlaute sehr ähnlich, ohne Hülfe der Zunge und der Kehle, sehr leicht hervorbringen läßt, nämlich, als eine Art von *Lippenzitterlaut*. Die Zunge muß dabei platt niederliegen, um die Wirkung des Luftstroms nicht zu hemmen, und die Lippen dürfen nicht etwa vorgestreckt werden, (damit es nicht in den hernach zu erwähnenden Schinaubelaut ausarte), sondern sie müssen etwas mehr einwärts fast wie bei dem *ω*, gehalten werden, nur nicht ganz so nahe bei einander, und sehr locker, so daß der durchziehende Luftstrom sie zittern macht. Bei allen 3 Arten das *r* hervorzubringen, zieht sich der Kehlkopf etwas in die Höhe. Uebrigens müssen nur wenige Zitterungen geschehen, sie dürfen auch nicht zu stark seyn, weil sonst der Laut als Zungenlaut oder auch als Lippenlaut gar zu schnurrend, und

als Kehlenlaut gar zu schnarrend wird, und in einen Gurgellaut ausarten kann.

Im Böhmischen, Polnischen u. s. w. ist das *rz* (*ersch* genannt) eine Verschmelzung des *r* mit einem *sch*. Die Chinesen können bekanntermassen das *r* nicht aussprechen, und verwandeln es in *l*.

Außer dem *r*, welches am besten als Zungenzitterlaut, allenfalls auch als Lippenzitterlaut, oder, wenn man es nicht besser zu machen im Stande ist, auch als Kehlenzitterlaut ausgesprochen werden kann, giebt es noch eine sehr rauhe Art von *Lippenzitterlaut*, den man füglich *Schnaubelaut*, oder *Brauselaut* nennen kann. Er kommt in keiner Sprache eines gebildeten Volkes vor, wohl aber, nach Forster, (in der Beschreibung seiner Reise um die Welt mit dem Capitain Cook) in dem von ihm durch *Ambrym* ausgedrückten Namen einer Insel nicht weit von Neuguinea, und sonst in der dortigen Sprache. Die Luft wird durch die vorgestreckten und aneinander gelegten Lippen gepreßt, und der Laut ist fast so, wie wenn die Pferde schnauben, und könnte einigermassen durch *brr* ausgedrückt werden.

Die *sechste Abtheilung der Consonanten*, wo die Hervorbringung bloß durch einen hörbaren Hauch geschieht, enthält nur, (wenn man nicht etwa das *Schwa* hieher rechnen will)

den *Hauchlaut*: *h*. Die Stelle der Hervorbringung des *h* ist noch weiter hinterwärts, als die, wo das Gutturale *ch* und das als Kehlenlaut ausgesprochene *r* hervorgebracht wird. Dem Gefühle nach halte ich dafür, daß die hintere Gaumenöffnung bei dem *h* noch mehr sich erweitert, als bei dem *a*. Man

kann also dem *h* eine solche Verwandtschaft mit dem *a* zuschreiben, wie das *ω* mit dem *u*, und das *j* mit dem *i* hat; nur mit dem Unterschiede, daß bei dem *h* etwas mehr Erweiterung, aber bei dem *ω* und *j* etwas mehr Verengung Statt findet, als bei den mit ihnen verwandten Vokalen. Das *h* macht also in Hinsicht auf mehrere Erweiterung eine Ausnahme von allen übrigen Consonanten, indem bei allen andern die Verengung stärker ist, als bei irgend einem Vokal. Man kann es also füglich mehr für eine Aspiration, als für einen eigentlichen Consonanten halten, wie es denn auch im Griechischen nur durch ein dem folgenden Vokal beigefügtes Aspirationszeichen, den *spiritus asper*, ausgedrückt wird. Von den Neugriechen wird dieser eben so ohne eine (wenigstens für Andere) bemerkbare Aspiration ausgesprochen, wie der *spiritus lenis*, sie unterscheiden aber beide richtig im Schreiben. Im Russischen wird das *g* und das *h* durch einerlei Buchstaben bezeichnet, so daß man die richtige Aussprache entweder wissen oder errathen muß.

Wollte man nun die Consonanten nicht, wie hier geschehen, nach den verschiedenen Arten der Hervorbringung ordnen, sondern nach den *Sprachwerkzeugen*, welche zu deren Hervorbringung am meisten beitragen, so könnte dieses wohl am besten auf folgende Art geschehen:

I. Lippenlaute.

- 1) Verschluss der Lippen und der Nase, *b* und *p*.
- 2) Verschluss der Lippen bei offener Nase, *m*.

3) Stemmung der Lippen an die entgegengesetzte Reihe der Zähne, oder aneinander, *f*.

4) Zisch durch die breitgehaltenen Lippen, *w*.

(Außerdem zwei Arten von Lippenzitterung, von denen die eine als ein *r* anzusehen, und die andere ein Schnaubelaut ist.)

II. Zungenlaute.

1) Verschließung des Vordergaumen durch die Zunge bei verschlossener Nase, *d* und *t*.

2) Dieselbe Verschließung des Vordergaumen durch die Zunge bei offener Nase, *n*.

3) Stemmung der Zunge gegen den Vordergaumen, nebst concaver Biegung der Zunge hinter der angestemmtten Stelle, *l*.

4) Zisch zwischen der Vorderzunge und dem Vordergaumen bei convexer Haltung der Zunge, *s*.

5) Zungenzitterung, *r*, bei der besten Aussprache dieses Lautes.

III. Gaumenlaute.

1) Stemmung der Zungenränder gegen den mittlern Theil des Gaumen, *j*.

2) Zisch in der ganzen Breite des Gaumen, und auch durch die Zähne, *sch*.

IV. Kehlenlaute.

1) Verschließung der Kehle und der Nase, *g* u. *k*.

2) Verschließung der Kehle bei offener Nase, *ñ*.

3) Zisch durch die sehr verengte Kehle, *ch*.

(Außerdem ein Kehlenzitterlaut, das nicht gut ausgesprochene *r*.)

V. Lungenlaut, oder Hauchlaut, *h*.

Außer den hier erwähnten Consonanten giebt es noch verschiedene *Schnalzlaut*e, welche durch eine plötzliche Zurückziehung der an einander gedrückten Lippen, oder der an den Gaumen gepressten Zunge, nach einer Art von Saugen (nicht durch Wirkung der Lunge, sondern durch innere Ausdehnung des Mundes) hervorgebracht werden, indem, bei plötzlich aufgehobener Verdünnung der innern Luft, etwas Luft von Außen in die Mundhöhle schnell einströmt. Dergleichen *Lippen-schnalzlaut*e und *Zungen-schnalzlaut*e finden sich nicht in den Sprachen gebildeter Völker; aber in der Sprache der Hottentotten sollen vier Arten solcher Laute vorkommen, und auch einige, nach Salt, in verschiedenen Sprachen des östlichen Afrika. Zu den Sprachlauten, von denen hier die Rede war, können sie nicht gerechnet, oder unter diese eingeschaltet werden, weil bei allen diesen ein Ausströmen der Luft durch den Mund, oder durch die Nase Statt findet, dahingegen bei den Schnalzlauten eine Explosion (oder vielmehr Implosion) der Luft von Außen in die Mundhöhle geschieht, so daß, wenn man das Ausströmen der Luft als etwas positives ansieht, man sie füglich: *negative Sprachlaute*, nennen könnte.

Ch l a d n i,

VII.

*Ueber Perkins Dampfmaschine,
veranlaßt durch den Aufsatz des Hrn. Prof. Schmidt
im letzten Stück dieser Annal., vom v. J.*

VON

Hrn. R. R. PRECHTL, Dir. d. polyt. Inst. *)

Der Aufsatz des Herrn Professor Schmidt im letzten Stücke Ihrer Annalen vom v. J. (das mir erst vor einigen Tagen zugekommen ist) über Perkins neue und so vielfach besprochene Dampfmaschine veranlaßt mich, Ihnen meine eigenen Bemerkungen über dieselbe hier mitzutheilen, die Ihnen vielleicht in so fern nicht unwillkommen sind, als Sie daraus sehen werden, daß ich, durch vollgültige Gründe geleitet, der im 10ten Stücke Ihrer Annalen von Ihnen geäußerten negativen Meinung, rückfichtlich des Werthes dieser Erfindung, beitrete. Ich hätte Ihnen früher etwas darüber gesendet, wenn ich geglaubt hätte, daß das Urtheil über den Werth oder Unwerth dieser Maschine, die in England eine Art von Parteisache geworden zu seyn scheint, noch bis jetzt nicht entschieden seyn sollte.

Indem ich eine gegentheilige Meinung äußere, habe ich glücklicherweise nicht nöthig, den verehrungswürdigen Herrn Professor Schmidt zu widerlegen: im Gegentheile bin ich im Wesentlichen mit Al-

*) Ein Schreiben an Gilbert, Wien d. 7. März 1834.

lem, was in seinem Aufsatze steht, einverstanden, obgleich wir über das Endresultat selbst verschiedener Meinung sind, weil in jenem Aufsatze ein Fragepunkt nicht erwähnt ist, auf dessen Lösung hier doch im Grunde alles ankommt. Diese Frage ist:

Wie ist es möglich, daß in einem Dampfapparate, der wenigstens *10 Mal kleiner ist* (nach der das Wasser berührenden erhitzten Fläche genommen) als die nach den bisherigen Erfahrungen gebauten, für eine Dampfmaschine, eine gleich große mechanische Wirkung hervorgebracht werde?

Hierüber ist nun Folgendes zu erinnern.

Die wirkende Kraft der Dampfmaschine ist der Dampf, welcher in dem Dampfkessel erzeugt wird: die Menge dieses Dampfes in einer Sekunde bestimmt die Stärke der Maschine in Pferdekraften, welche mit diesem Dampfkessel in Verbindung gesetzt werden soll. Theoretisch rechnet man auf jeden Viertel-Kubikfuß Dampf in der Sekunde, und praktisch auf jeden halben Kubikfuß Dampf (von etwa 80° R.) in der Sekunde eine Pferdekraft. Wenn man also einen Dampfkessel hat, welcher 5 Kubikfuß Dampf von 80° R. in der Sekunde liefert; so wird eine Dampfmaschine, welche mit demselben in Verbindung gesetzt wird, die Kraft von 10 Pferden haben. Auf die Dimensionen der Dampfmaschine selbst, nämlich des Treibcyinders kommt es dabei nur in sofern an, als von dem Durchmesser desselben und der Geschwindigkeit des Kolbens in Beziehung auf die Dampfmenge die Elasticität der Dämpfe, mit welcher sie wirken, abhängt.

Nun hängt, allen bisherigen vielfach im Großen angestellten Versuchen gemäß, die Größe der Ver-

dampfung von der Fläche des Kessels ab, welche von Außen von dem Feuer bestrichen wird, und von Innen mit dem Wasser in Berührung steht; und diesen Erfahrungen nach liefern 20 Quadratfuß solcher Kesselfläche in der Sekunde einen Kubikfuß Dampf, wenn die äußere Feuerung so stark unterhalten wird, daß das Wasser, im Falle der Kessel offen wäre, beständig im starken Sieden erhalten wurde. Ich habe bei einer ähnlichen Gelegenheit in dem 1ten Bande der Jahrbücher des polytechnischen Instituts S. 128 darauf aufmerksam gemacht, daß dieses Verhältniß beinahe genau dasjenige sey, welches Dalton für die aus der Oberfläche eines siedend heißen Wassers verdunstende Wassermenge gefunden hat. Dünnere Kesselwände liefern bei gleicher Feuerung in derselben Zeit mehr Dampf; auch kann diese Dampfmenge durch eine sehr starke Feuerung noch vermehrt werden.

Um zu sehen, wie weit sich diese Vermehrung treiben ließe, machte ich vor mehreren Jahren mit einer dünnen kupfernen Schale, die mit Wasser gefüllt und einem sehr heftigen Feuer ausgesetzt wurde, verschiedene Versuche. Ich fand, daß unter den gehörigen Umständen Wasser sich so schnell verdampfen lasse, daß 5 Quadratfuß Fläche in der Sekunde einen Kubikfuß Dampf liefern. Ich halte dieses für das erreichbare Maximum. Bei der Anlage von Dampfmaschinen und für die gewöhnliche Feuerung darf man, um sicher zu seyn, niemals weniger als 20 Quadratfuß pr. 1 Kubikfuß Dampf für 1 Sekunde rechnen, der Kessel mag übrigens wie gewöhnlich gebaut, oder aus Röhren zusammengesetzt seyn.

Wir wollen nun diese Sätze auf den vorliegenden Fall anwenden, und die Perkins'sche Maschine nach den vorhandenen Daten berechnen.

Der Generator des Herrn Perkins faßt (nach einer Angabe in den Annalen XV. 131) 1528 par. Kub. Zoll. Nach einer andern Angabe ib. 126, ist dieser Kessel etwa 2' hoch und hat 15" Durchmesser. Also 9" im Lichten. Folglich beträgt die Höhe im Lichten etwa 24 Zoll.

Mit Einschluss der beiden Bodenflächen beträgt also die innere Fläche des Cylinders = $5\frac{1}{2}$ Quadratfuß. Nach dem angegebenen Maximum der Dampferzeugung liefert folglich diese Fläche $1\frac{1}{6}$ Kubikfuß Dampf von 80° R. in 1 Sekunde, welches die bewegendende Kraft von beiläufig 4 Pferden ist, wenn man keinen Verlust in Anschlag bringt (wie nachher noch erwähnt wird) und von 2 Pferden praktisch genommen, nach Watt'scher Rechnungsweise.

Das Modell der Perkins'schen Dampfmaschine kann also im *Beharrungsstande* keine größere Kraft ausüben, als jene von 4 und respektive 2 Pferden.

Würde der Generator nicht stärker geheizt, als ein gewöhnlicher Dampfkessel; so würde das Modell nur $\frac{1}{2}$ Pferdekraft äußern.

Wie groß ist bei dieser Wirkung im Beharrungsstande die Elasticität der Dämpfe im Treibcylinder? Die Geschwindigkeit des Kolbens ist 200 Fuß in der Minute; die Grundfläche des Kolbens = 3,12 Quadrat-zoll, folglich der Raum, welchen der Kolben in einer Sekunde durchläuft = 124,8 Kubikzoll. Nun ist der in einer Sekunde wirkende Dampf von 80° R. = $1\frac{1}{6}$ Kub. Fuß = 1900 Kub. Zoll; also ist die Elasticität

der Dämpfe im Treibcylinder $= \frac{1900}{124,8} = 15$ Atmosphären.

Folglich ist der mechanische Effekt $= 3,12 \times 14,6 \times 15 \times 200 = 136500$, welche durch 22000 dividirt die Kraft von 6 Pferden geben; dividirt man nach Watt durch 33000; so ist es die Kraft von 4 Pferden (theoretisch).

Bei kleinen Maschinen ist es mehr noch als bei größern nothwendig, zur Bestimmung der Pferdekkräfte den größern Watt'schen aus Erfahrungen an Dampfmaschinen hergeleiteten Divisor anzunehmen, da bei diesen Maschinen der Verlust an Dampf durch die Leitungsröhren und an Wirkung durch die Reibung der Maschinentheile bedeutend größer ist. Ist es ferner wahr, daß der Gegendruck im Kondensator Perkins 5 Atmosphären betrug; so war der effektive Druck auf den Kolben nur 10 Atmosphären, der mechanische Effekt also nach der 1ten Rechnung nur $4\frac{1}{2}$ Pferdekkräfte, nach der 2ten nur $2\frac{1}{2}$ Pferdekkräfte. Und selbst dieser Effekt ist nur theoretisch: denn in der Praxis nimmt man niemals den effektiven Druck auf den Quadratzoll der Kolbenfläche für eine Atmosphäre zu 14,6 Pfund an; sondern er zeigt sich in der Erfahrung von den kleinsten bis zu den größten Maschinen von 7 bis zu 9 variirend; so daß in der Praxis der Nutz-Effekt jeder Dampfmaschine eigentlich nur die Hälfte des Berechneten ist, wie ich dieses bereits aus den hierüber vorhandenen Erfahrungen in meinem in dem bereits angeführten 1. Bande der Jahrbücher des polytechnischen Instituts enthaltenen Aufsätze über Dampfmaschinen bemerkt habe. Hieraus

kann man mit ziemlicher Sicherheit schliessen, daß Perkins Modell im Beharrungszustande nicht viel mehr als *die Kraft von $1\frac{1}{2}$ Pferden* leisten wird, und es scheint, daß Perkins die von ihm angegebenen Resultate eigentlich nur und zum Theil nach irrigen Daten berechnet habe.

Wir können aber auch Perkins Maschine in ihrem Zustande betrachten, bevor sie in den Beharrungszustand tritt; und ich glaube, daß hierin hauptsächlich die Täuschung Perkins liegt. Bevor nämlich die Maschine in Gang gesetzt wird, wird der Kessel, wie jeder andere, im Voraus geheizt, und wie es scheint, hier so, daß der dicke Cylinder an der Aussenfläche zum Glühen kommt. Wir wollen nun berechnen, was diese Ansammlung von Wärme in einer solchen Metallmasse und in dem enthaltenen Wasser für eine Vergrößerung des Effectes hervorbringe, bevor die Maschine in den Beharrungsstand tritt. Denn wenn der Cylinder auf diese Art vorläufig erhitzt ist; so würde er bloß mit dieser Wärme einige Zeit hindurch die Maschine treiben, wenn auch das Feuer gänzlich entfernt würde: da durch die fortwährende Heizung der im Vorigen berechnete Beharrungsstand hervorgebracht wird; so kommt also für einen gewissen Zeitraum diese Wärme noch der Dampferzeugung oder dem mechanischen Effecte zu gute.

Der Cylinder enthält nach der gehörig vorbereiteten Feuerung 1528 p. Kub. Z. = 62 Pfund par. Wasser von 168° R. Gesetzt dieses Wasser käme plötzlich mit der Atmosphäre in Berührung, wie viel Wasser wird sich in Dampf von 80° R. verwandeln, und wie

viel Wasser von 80° R. wird tropfbarflüssig zurückbleiben?

Das Wasser, welches in diesem Falle verdampft, sey $= x$; so ist die Wärme, die es zur Verdampfung braucht $= 80 \cdot 5\frac{1}{2} \cdot x$, das zurückbleibende Wasser ist $p - x$, und seine Wärme $= (p - x) 80$; die Wärme des ganzen ist $= p \cdot 168$, also $168 p = 80 \cdot 5\frac{1}{2} \cdot x + (p - x) 80$, und $x = \frac{(168 - 80)}{5\frac{1}{2} - 1} = 0,24 \times 62 = 14,8$ Pfund: oder so viel Wasser verwandelt sich durch die eigene Temperatur der ganzen Menge in Dampf von 80° R.

Wieviel vermag die in der Masse des Cylinders angehäuften Wärme Wasser in Dampf von 80° R. zu verwandeln? Nach den Umständen, wie sie im vorliegenden Falle vorhanden sind, kann man annehmen, daß der Cylinder im Mittel eine Temperatur von 300° R. erhalten habe; denn bei einer solchen Masse muß die Außenfläche des Cylinders glühen, wenn die innere mit dem Wasser in Berührung stehende über 168° R. erhalten soll. Nach den früher angegebenen Dimensionen enthält die Metallmasse des Generators mit Einrechnung der beiden Böden, und 3 Zoll dicken Wänden $= 3770$ K. Zoll, oder 1130 Pfund. Die spezifische Wärme dieses Metalls kann zu 0,1 angenommen werden. Die in dem Cylinder angehäuften Wärme reicht also hin 113 Pfund Wasser auf eine Temperatur von 300° R. zu bringen, oder $\frac{113 \cdot 113}{5\frac{1}{2}} = 77$ Pfund Wasser in Dampf von 80° R. zu verwandeln. Addiren wir hiezu die vorher ge-

fundenen 14,8 Pfund; so ergibt sich eine additionalle Dampfmenge von 91,8 Pfund.

Wenn die Maschine in Gang gesetzt wird, so wirkt diese Dampfmenge auf die Vermehrung des ausserdem Statt findenden constanten Effektes: wie groß diese Vermehrung sey, lässt sich nicht bestimmen, weil die Zeit der Verwendung dieser angehäuften Wärme unbekannt ist, oder auch der Querschnitt des Communications-Ventils und die Zeit seiner Öffnung. Perkins spricht von einem Drucke von 30 bis 35 Atmosphären; wir wollen daher aus dieser Angabe die Zeit berechnen, durch welche diese angehäuften Wärme auf die Vermehrung der Wirkung im Beharrungsstande fortwirkt. Bei letzterer ist, wie wir gesehen, höchstens ein Druck der Dämpfe von 15 Atmosphären vorhanden. Damit also beim Anfange des Ganges der Maschine die Elasticität der Dämpfe auf 30 Atmosphären steige, müssen vermittlest jener angehäuften Wärme in jeder Sekunde 1900 K. Zoll Dampf von 80° R., oder eben so viel als im Beharrungsstande, hinzutreten. Diese Dampfmenge wiegt, auf den Druck von 30 Atmosphären reducirt, etwa $\frac{1}{30}$ Pfund. Folglich reicht die vor dem Anlassen der Maschine in dem Generator angehäuften Wärme hin, die Maschine vor ihrem Eintritte in den Beharrungsstand $91,8 \times 30$ Sekunden, oder etwa 46 Minuten im Gange zu erhalten, mit einem Drucke der Dämpfe von 30 Atmosphären, vorausgesetzt, daß diese Wirkung gleichförmig erfolge. Da aber dieses nicht der Fall ist; sondern die Wirkung vom ersten Augenblicke an immer abnimmt, bis sie in den Beharrungsstand selbst tritt; so ist jene Zeit wenigstens noch einmal so groß, wenn auch die

Wirkung in der ersten Zeit mit noch mehr als einem 35fachen Drucke erfolgte. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß Herr Perkins dadurch in Irrthum geführt wurde, daß er die im Generator früher angehäuften Wärme nicht berücksichtigte, und den Gang der Maschine in der ersten halben oder auch ganzen Stunde für denjenigen anfaß, nach welchem sich ihre Kraft bemessen ließe; was um so leichter geschehen konnte, da man bei ähnlichen Modellen sich gewöhnlich nur mit kurzen Versuchen von einer Stunde und darüber begnügt, wo es darauf ankommt, sie Fremden zu zeigen. Es ist demnach wahrscheinlich, daß Perkins bei dieser Maschine wirklich eine Elasticität der Dämpfe von 35 Atmosphären beobachtet, und daraus die präsumirte Stärke derselben nach Pferdeskräften berechnet habe. Man sieht aus dem Vorigen, daß unter den obwaltenden Umständen dieses Modell wirklich einige Zeit hindurch mit einem Drucke der Dämpfe von 30 Atmosphären und darüber, und einer daraus berechneten Kraft von 10 Pferden arbeiten könne, obgleich sein praktischer Effekt im Beharrungszustande nur etwa $1\frac{1}{2}$ Pferdeskräfte, folglich weniger beträgt, als die gleiche Dampfmenge in einer Watt'schen Maschine leisten würde; welches daher kommt, weil ein bedeutender Theil des Dampfes durch die Gegenwirkung im Kondensator verloren wird.

Aus dem Bisherigen läßt sich Folgendes mit einiger Zuverlässigkeit annehmen:

1. Perkins Dampfmaschine enthält weder ein neues

Princip, noch eine vortheilhafte Verbesserung.

2. Sein sogenannter Generator, worin das Wesentliche seiner Vorrichtung besteht, ist eine für den Zweck unvollkommene Vorrichtung, weil sie offenbar bei den ungeheuer dicken Wänden einen unnöthigen Aufwand an Brennmaterial verursacht, indem es bekannt ist, daß Flüssigkeiten in dünnen Gefäßen sparsamer erhitzt werden können, als in dicken. Uebrigens sind solche Gefäße bald zerstört, weil die äußere Oberfläche einen zu hohen Hitzgrad erlangt. Da nun hier nicht, wie bei Kesseln, eine Reparatur möglich ist, so ist ein solcher Generator zugleich eine sehr kostspielige Vorrichtung. Ob übrigens dieser Generator ganz oder nur zum Theil mit Wasser gefüllt sey, hat auf die Art der Dampferzeugung gar keinen Einfluß, und kommt nur in sofern in Betracht, als die innere Fläche desselben ganz zur Dampferzeugung benutzt wird, wenn derselbe mit Wasser ganz angefüllt ist. Ein Röhrenkessel ist einem solchen Generator weit vorzuziehen.
3. Dampfmaschinen mit hohem Druck, auf die Art wie die Perkins'sche mit unmittelbarer Kondensation eingerichtet, sind für Brennstoffökonomie ohne Vortheil, weil der Gegendruck im Kondensator zu groß wird, was ein reiner Verlust an Nutzeffekt, d. h. an Brennmaterial, ist; und sind daher den Watt'schen weit

nachzusetzen *). Dann sind aber diese Maschinen mit bedeutendem Vortheil verbunden, a. wenn die aus dem Treibcylinder nach vollbrachter Wirkung entweichenden Dämpfe zur Erwärmung von Flüssigkeiten oder Heizung von Räumen benutzt werden, in welchem

*) *Anmerkung.* Man kann es als Erfahrungssatz annehmen, daß gleiche Gewichte Dampf von irgend einer Temperatur gleiche Mengen Wärme enthalten. Dämpfe von höherer Temperatur oder Expansivkraft brauchen also zu ihrer Bildung bei gleich großer mechanischer Wirkung weniger Wärme als Dämpfe von niedriger Temperatur oder geringerer Dichtigkeit. Und hierin liegt im Allgemeinen der Vortheil der Anwendung von Dämpfen von höherer Elasticität als bewegende Kraft. Z. B. Ein Pfund Wasserdampf von 84° R. und ein Pfund Dampf von 104° R. brauchen zu ihrer Bildung gleiche Mengen Wärme. Nun enthält aber der erstere 25,7 K. Fufs Dampf von $34''$ Elasticität, und der letztere 12,6 K. Fufs mit einer Elasticität von $74''$. Betrachtet man beide in ihrer Anwendung als mechanische Kraft, so ist das mechanische Moment von 1 Pfund Wasserdampf von 84° R. = 873 und jenes von 1 Pfund Wasserdampf von 104° R. = 937. Die Ersparung an Brennmaterial ist also bei der Anwendung der letztern Dämpfe in demselben Verhältnisse; beträgt also etwa $\frac{1}{4}$. Für Dampf mit einem Drucke von 15 Atmosphären berechnet, beträgt diese Ersparniß $\frac{1}{4}$. Dennoch ist, wenn man nicht die oben berührten Vortheile damit verbindet, diese Ersparniß selten oder nie zureichend, denjenigen Wärmeverlust zu ersetzen, welchem Dampfmaschinen mit hohem Druck durch die größern Schwierigkeiten in der festen Verbindung, Liegenderung etc. mehr ausgesetzt sind, als jene mit niederem Druck.

Falle die mechanische Kraft beinahe gar nichts kostet. b) wenn das Expansionsprincip in Anwendung gebracht wird, wie bei den Woulfe'schen Maschinen. Mit diesen letztern kann man die Ersparung an Brennmaterial aufs äußerste treiben, und im Vergleich mit denselben müßte die vorliegende Perkins'sche Maschine weit zurückstehen.

P r e c h t l.

METEOROL

FÜR DEN MONAT FEI

TAG	BAROMETER bei + 10° R.					THERMOMETER R.			UEBER- SICHT. Zahl der Tage.
	MORGE. p. Lin.	12 MIT. p. Lin.	3 NACHT. p. Lin.	6 ABDS. p. Lin.	10 NACHT. p. Lin.	8 UHR	12 UHR	2 UHR	
1	57, 74	57, 99	57, 86	57, 80	57, 78	- 3,5	- 0,5	+ 0,1	
2	58 21	58 29	58 15	58 08	58 08	2 9	0 0	+ 0 9	heiter 2
3	57 67	57 56	56 88	56 85	56 70	2 8	0 7	- 0 5	schön 3
4	56 15	55 58	55 18	55 05	54 92	- 5 0	- 0 7	+ 1 4	verm. 11
5	54 63	54 54	54 18	54 28	55 43	+ 0 5	+ 2 4	2 8	trüb 15
6	56 57	57 12	57 10	57 85	58 92	+ 1 3	3 0	5 1	Nebel 19
7	40 27	40 22	40 22	40 18	40 17	- 2 8	2 4	2 7	Duft 5
8	40 55	40 20	39 66	39 66	39 91	+ 0 3	3 4	5 6	Regen 7
9	40 53	39 98	39 69	39 55	39 90	2 0	3 7	5 4	Reif 2
10	40 94	40 24	39 58	38 57	38 55	2 2	4 0	5 5	Schnee 2
11	54 05	55 48	58 92	58 75	55 51	5 1	4 3	5 6	windig 2
12	54 79	54 84	54 36	53 76	52 42	1 0	2 1	2 7	stürm. 3
13	58 69	58 22	57 93	57 76	57 45	2 2	4 3	4 9	Sturm 1
14	27 19	27 05	26 62	26 27	25 68	2 7	6 2	7 1	Nächte
15	26 54	27 43	27 82	28 65	29 50	5 7	6 9	6 9	heiter 5
16	50 51	51 09	50 64	50 40	52 79	0 4	0 8	1 9	schön 2
17	28 24	27 88	27 64	27 76	28 53	0 7	1 5	2 5	verm. 5
18	51 12	51 76	51 91	51 48	52 98	2 3	4 3	5 9	trüb 19
19	55 55	55 14	52 76	52 65	52 97	0 7	5 9	6 1	Nebel 2
20	51 85	51 83	51 90	52 42	55 51	5 0	3 8	6 4	Duft 1
21	54 65	54 83	54 67	54 92	54 46	2 2	6 7	7 1	Regen 5
22	54 55	54 42	54 24	54 24	55 21	5 5	2 8	2 9	Schnee 1
23	56 73	57 34	57 38	57 85	58 22	+ 0 8	1 1	1 1	windig 5
24	57 70	57 08	58 45	55 96	55 16	- 1 2	0 5	0 9	stürm. 2
25	55 68	55 19	52 84	52 67	52 54	+ 2 5	2 5	3 5	
26	52 57	52 51	52 24	52 59	52 45	0 5	2 1	5 1	Mgrrh 4
27	52 43	52 62	52 49	52 77	55 21	0 7	2 7	4 7	Aberrh 6
28	55 68	55 62	55 55	55 62	53 99	+ 0 7	5 5	4 1	
29	54 55	54 56	55 94	55 98	52 75	- 1 5	+ 5 7	+ 4 9	
Med	534,451	54,429	54,166	54,155	54,148	+ 0,67	+ 2,86	+ 5,40	instrum. 145
Tägliche Veränderung									
des Barometers					des Thermometers		des Hyg.	Höhe	des Meers,
Zeit									ebruart
8	m + 0,022	Fallen Tage			m - 2,82	Zu-	m + 3,92	285 Fl.	169
12	m	= 0,026			m - 0,63		m + 0 7	m + 52,272	
3	m - 0,263				m	Ab-	m	m + 57,958	
6	m - 0,294	Steigen Abds			m - 1,30		m + 4 6	m - 47,644	
10	m - 0,251	= 0,023			m - 2,69	nahme	m + 5 0	m - 51,386	

Erklärung der Abkürzungen in der Witterungs- Sp. oder Wd. win- dig oder Wind, sturm-stürmisch, Höhrch, Höhrsuch, Sch. Schu

Vom 1 bis 8 Februar. Am 1. bis Mittags ist der Horiz. mehr
legt, oben heiter; Nachmittags gleiche dünne Decke, Abds
und SO heiter, sonst aber wolk. bed. Am 2. Tags heiter
der Horiz. hel., gegen 9 Uhr Abds bed. sich der Himmel ga-
che starke Decke und von Abds ab neblig. Am 4. früh
rings und hoch hel., Mittags nur der N-Horiz. noch hel.; A
dünne weiße Decke berauf und später ist diese gleichf. und st.
Schnee, von 2 bis 4 wenig Schnee, mehr Regen; Tags gleich
Mittags oben etws geöffnet ist. Am 6. Tags gleiche, selten
Nachmittags der W-Horiz. licht, Abds stark Nbl und späte
Stern. Am 7. früh ist der Horiz. hed., oben viel dünne ver-
Cirro Str., diese sind Mittags in gleiche wenig Decke modif.,
wieder wolkig wird. Am 8. gleiche Decke wird Spät-Ab-
wellig gesondert; von 1 bis 5 wenig Regen. Heute Morgen
der Mond das erste Viertel.

Vom 9 bis 14ten. Am 9. stets gleiche Decke; von 11 bi
und vor 7 bis in die Nacht, scharf, Regen. Am 10. Nachts n
gleiche Decke; diese modif. sich Vormittags in Cirr. Str. die
Grunde stehen. Nachmittags bildet sich gleiche, dünne Deck
etws wolkig. Am 11. früh stehen rings Cum. ähnl. Cirr. Str.
über heit. Grund; Mittags bed. Cirr. Str. fast stets, und von
gleicher Decke und heftigem Sturm, Reg. und Schnee, dann
gegen Abds bildet sich wieder gleiche Decke, von $\frac{1}{2}$ 6 bis
dann heiter. Der Sturm wüthet bis Abds und um 4 war, st.
(bei Landsberg) heftig Gewitter. Am 12. gleiche, nicht
8 bis 10 Schnee. Es liehet heute der Mond in seiner Erd-Na
gleiche Decke ist selten wolkig und am 14. Abds, nachdem
Zenith offen und sternreich. Am 13. um 8 u. 5 etws Reg
heute Abend, hat der Vollmond Statt.

Vom 15 bis 21. Am 15. wolk. Decke zeigt selten offene Steh
gleiche Decke und neblig, am 2ten Tage stark und früh

ANNALEN DER PHYSIK.

HERGANG 1824, DRITTES STÜCK.

I.

V e r s u c h

zur Erklärung des innern Baues der festen Körper;

vom

SREBER, Prof. d. Physik zu Freiburg im Breisgau.

Eine große Menge Naturerscheinungen sind Veränderungen in dem innern Zustande der Körper. Die Verbindungen mehrerer Körper zu einem einzigen, die Zerlegungen eines einzigen in mehrere, die Veränderungen ihrer Ausdehnung und ihres Aggregat - Zustandes, und mithin alle Erscheinungen der Chemie und Wärmelehre gehören zu dieser Klasse; ferner die Uebergänge der Körper in den elektrischen und magnetischen Zustand, die Bewegungen, wobei nicht nur sie selbst, sondern auch ihre einzelnen Theile ihre relative Lage ändern, mithin die Bewegungen der flüssigen Körper im Allgemeinen, von denen der festen die oscillatorische Bewegung, welche die Ursache ihres Tönens ist.

Gilb. Annal. d. Physik, B. 76. St. 5. J. 1824, St. 3.

Q

Zur Aufstellung exacter Theorien von diesen Erscheinungen ist eine genauere Kenntniss der Natur und innern Beschaffenheit der Körper nothwendig, als wir bis jetzt besitzen. Die beiden unter den Namen des atomistischen und dynamischen Systems bekannten Hypothesen darüber beschränken sich hauptsächlich nur auf die Art der Raumerfüllung, und stimmen nicht hinlänglich mit der Erfahrung überein, um solchen Theorien zum Grunde gelegt werden zu können. Der in der Mechanik über die Natur der festen Körper aufgestellte Grundsatz, dass die relative Lage ihrer Theile beständig die nämliche bleibt, steht sogar mit mehreren Eigenschaften derselben, nämlich mit ihrer Theilbarkeit, ihrer Elasticität und mit der Veränderlichkeit ihrer Ausdehnung mit der Temperatur im Widerspruch. Er kann daher zwar in manchen Theorien der Mechanik angewendet werden, ist aber in den Theorien der meisten physikalischen Erscheinungen unstatthaft. Die über die Natur der flüssigen Körper angenommenen Grundsätze sind gleichfalls viel zu allgemein und oberflächlich, um für die große Zahl der, in dem Grade der Flüssigkeit, und in andern Eigenschaften wesentlich verschiedenen flüssigen Körper gelten zu können. Sie sind daher zur Aufstellung einer vollständigen Theorie ihrer Zustandsänderungen nicht zureichend, und dass die Theorie ihrer Bewegung bisher nur sehr geringe Fortschritte gemacht hat, scheint gleichfalls hauptsächlich die Folge des Mangels einer genauern Kenntniss ihrer innern Beschaffenheit zu seyn. Eine exacte Theorie der innern Beschaffenheit der festen sowohl als der flüssigen Körper ist daher ein dringendes Bedürfniss der Na-

theorie, und ihre Aufstellung eine der wichtigsten Aufgaben derselben.

Unsere wahrscheinlichsten Hypothesen über die Art, auf welche die *festen Körper* aus den Theilen ihrer Materie gebildet sind, vereinigen sich sämmtlich darin, daß dieses durch eine wechselseitige Anziehung der Theile geschieht. Ihre Theilbarkeit beweist, daß sie wirklich aus Theilen bestehen; daraus, daß der Widerstand, welchen diese ihrer Trennung entgegensetzen, bei jeder Lage eines Körpers in Beziehung auf andere der nämliche ist, ergibt sich, daß er in dem Körper selbst liegt, und da er überdies durch eine endliche Kraft überwunden werden kann, und mithin ein gewisses Maas hat, so ist in der That eine wechselseitige Anziehung der Theile die einzige Ursache, die wir dafür anzugeben vermögen. Bei einer Untersuchung über den innern Bau der festen Körper wird es daher zweckmäßig seyn, zuerst von dieser Annahme auszugehen, und dadurch, daß man ihn mittelst derselben aus den Gesetzen der Mechanik zu erklären sucht, ihre Richtigkeit zu prüfen. Zur Grundlage exacter Theorien von den oben angeführten Naturerscheinungen aber wird eine darauf gegründete Theorie dieses Baues nur dann tauglich seyn, wenn sie eben so *genau* und *zuverlässig* ist, als die vermittelt der Hypothese der Gravitation aus den Gesetzen der Mechanik abgeleitete Theorie der Bewegungen der Gestirne.

Aus einer bloßen Anziehung der Theile der festen Körper erklärt sich nun zwar ihr Zusammenhang; um aber auch die Festigkeit der Körper daraus zu erklären, würde man die gezwungene und unwahr-

scheinliche Annahme machen müssen, daß die Theile auf eine künstliche Art in einander eingefügt seyen. Man würde ferner bei der Voraussetzung einer bloß anziehenden Wirkung der Theile annehmen müssen, daß sie einander unmittelbar berühren, und dann mehrere wesentliche Eigenschaften der festen Körper nicht auf eine einfache und wahrscheinliche Art erklären können. Denn um die mannigfaltige Verschiedenheit der Dichtigkeit der verschiedenen festen Körper zu erklären, würde man eben so viele Arten von einfachen Theilen annehmen müssen, als es solche Körper von verschiedener Dichtigkeit giebt. Alle festen Körper haben die Eigenschaft, daß ihre Ausdehnung durch eine Erhöhung ihrer Temperatur vergrößert, durch eine Verminderung derselben verringert wird; sie haben die Eigenschaft elastisch zu seyn, d. h. ihre Form kann durch von außen auf sie wirkende Kräfte, auch ohne Trennung ihrer Theile, ein wenig verändert werden, stellt sich aber, nachdem die Kräfte zu wirken aufgehört und die Körper eine Zeitlang um ihre vorigen Formen herum kleine Oscillationen gemacht haben, von selbst wieder her; und diese Veränderungen der Form geschehen nicht bloß durch eine Vergrößerung der Ausdehnung, sondern auch, wie z. B. beim Stofs, durch eine Verminderung derselben. Um die genannten Eigenschaften der festen Körper bei der Voraussetzung einer unmittelbaren Berührung ihrer einfachen Theile zu erklären, müßte man sie den Theilen selbst schon beilegen, was zu ihrer wirklichen Erklärung durchaus nichts beitragen würde, weil diese bei den Theilen die nämlichen Schwierigkeiten hat, wie bei den Körpern selbst.

Alle diese Eigenschaften erklären sich hingegen auf eine einfache und natürliche Art, wenn man annimmt, daß die einfachen Theile in gewissen Entfernungen von einander stehen, durch eine abstoßende Kraft, wodurch sie auf einander wirken, sich zu nähern, durch eine anziehende sich von einander zu entfernen verhindert, und so vermöge der gemeinschaftlichen Wirkung beider Kräfte in ihren relativen Positionen in einem *stabilen Gleichgewicht* *) erhalten werden. Die Theilbarkeit erklärt sich aus dieser Hypothese auf die nämliche Art, wie aus einer bloßen Anziehung. Die *Festigkeit* und *Elasticität*, welche darin bestehen, daß äußere Kräfte, deren Stärke gewisse Grenzen nicht übersteigt, zwar geringe vorübergehende, aber keine beträchtlichen und bleibenden Veränderungen in dem Zustande der Körper hervorzubringen vermögen, sind nothwendige Folgen des *stabilen Gleichgewichts* der Theile, und mithin schon hieraus klar. Bei der Voraussetzung, daß die Theile in

*) Das Gleichgewicht eines Systems materieller Theile, welche durch anziehende und abstoßende Kräfte auf einander wirken, kann nämlich von zweierlei Art seyn, entweder *stabil* oder *nicht stabil*. Werden die im Gleichgewicht befindlichen Theile durch von außen auf sie wirkende Kräfte so aus ihren Positionen des Gleichgewichtes entfernt, daß ihre Entfernungen davon gewisse Grenzen nicht übersteigen, so geht im *ersten Fall* ihre eigene wechselseitige Wirkung dahin, sie wieder in diese Positionen zurückzuführen. Sie machen daher, wenn die äußern Kräfte zu wirken aufgehört haben, eine Zeitlang Oscillationen von immer mehr abnehmender Größe darum herum, und kommen alsdann wirklich wieder darin zurück. Im *zweiten Fall* hingegen wird das Gleichgewicht, sobald die Theile auch nur um das Geringste aus den Positio-

gewissen Entfernungen von einander stehen, ist eine jede *kleine Formänderung* der Körper erklärbar; sie mag durch eine *Vermehrung* oder durch eine *Verminderung* ihres Volumens geschehen. Die *verschiedene Dichtigkeit* der verschiedenen festen Körper erklärt sich bei dieser Voraussetzung aus einer Verschiedenheit der Abstände der einfachen Theile, und die *Veränderungen der Ausdehnung des nämlichen bei veränderter Temperatur* aus Veränderungen dieser Abstände, welche Folgen einer dadurch hervorgebrachten Aenderung in dem Verhältniß der Intensitäten der anziehenden und der abstoßenden Kraft sind.

Dafs wir an den Oberflächen der festen Körper keine von den Zwischenräumen ihrer einfachen Theile herrührenden Vertiefungen wahrnehmen, beweist die Nichtexistenz solcher Zwischenräume durchaus nicht. Denn da nach allen Erfahrungen die Ausdehnung der einfachen Theile selbst äufserst gering seyn muß, so können auch ihre Zwischenräume so klein seyn, dafs wir sie beim Befühlen der Oberflächen nicht bemer-

nen, worin es Statt hat, entfernt worden sind, durch ihre eigene Wirkung ganz vernichtet, und die Theile bleiben entweder in beständiger Bewegung, oder begeben sich in einen Zustand des stabilen Gleichgewichtes.

Siehe Lagrange *Mécanique analytique*, 1ste Ausgabe, p. 58. No. 16 u. f. 2te Ausgabe Bd. 1, p. 66. No. 21—25. Laplace *Traité de mécanique céleste*, Bd. 1. p. 87. Poisson *Traité de mécanique*, No. 178. Bd. 1. p. 258. No. 472 u. f. Bd. 2. p. 297.

Dafs das Gleichgewicht der Theile der festen Körper ein *stabilis* ist, ergibt sich aus ihrer Festigkeit und ihrer Elasticität. Wäre es ein *nicht stabilis*, so müßten sie durch den geringsten Stofs zerstört werden.

ken, weil die Theile unsers Körpers nicht darein einzudringen vermögen. Mittelft des Gesichtes nehmen wir die Körper dadurch wahr, daß die Lichtstrahlen von ihrer Oberfläche zurückgeworfen werden und dann mannigfaltig modificirt in unser Auge gelangen. Die Zurückwerfung erklärt sich aus einer abstoßenden Wirkung, welche die Theile der Körper auf die des Lichtes ausüben. Diese Wirkung muß bei einer äußerst geringen Größe der einfachen Theile und ihrer Zwischenräume sehr nahe die nämliche seyn, als ob jene den Raum der Körper stetig erfüllten, und es ist demnach leicht erklärbar, daß wir durch das Auge zwar die Oberflächen der Körper selbst, aber nicht die daran befindlichen Zwischenräume zwischen ihren einfachen Theilen wahrnehmen. Könnten also für die anziehenden und abstoßenden Wirkungen dieser Theile Gesetze aufgefunden werden, aus welchen ihre Erhaltung in einem stabilen Gleichgewicht nach den Gesetzen der Mechanik deducirt werden kann, so würde von allen Annahmen über den innern Bau der festen Körper gewiß die im Vorhergehenden auseinandergesetzte ihren physischen Eigenschaften am besten entsprechen.

Der Zustand des Gleichgewichtes oder der Bewegung eines Systems von materiellen Theilen, die durch anziehende und abstoßende Kräfte aufeinander wirken, hängt ab: von der *Masse und Form der Theile*, von ihren *Positionen in Beziehung auf einander*, und von dem *Gesetz, wonach die Intensität der anziehenden und abstoßenden Kräfte sich bei zunehmender Entfernung ändert*. Damit das System in stabilem Gleichgewicht seyn kann, muß ein jedes die-

fer drei Dinge gewisse, unter sich in Verbindung stehende, Bedingungen erfüllen. Zur Erforschung der Art, auf welche das Gleichgewicht der einfachen Theile der festen Körper besteht, diese Dinge sämmtlich aus den Gesetzen der Mechanik direct a priori zu bestimmen, ist nicht möglich, sondern sie müssen zur Erleichterung der Untersuchung zum Theil entweder aus der Erfahrung entlehnt, oder mit Hülfe einer darüber gemachten Hypothese auf indirectem Wege bestimmt werden.

Da in einem solchen System nur dann Gleichgewicht Statt haben kann, wenn bei jedem einzelnen der materiellen Theile die Resultante der Wirkungen der übrigen null ist, so ist hierzu nothwendig, daß die Theile in Rücksicht ihrer gegenseitigen Lagen nach einem gewissen Gesetz geordnet sind. Nun zeigen sich bei den *unorganischen* festen Körpern die deutlichsten Spuren einer regelmäßigen Anordnung der einfachen Theile. *Die meisten davon sind entweder selbst Krystalle, d. h. Körper von regelmäßigen, durch lauter ebene Flächen begränzten Formen, oder sie sind Zusammensetzungen von kleinern Körpern dieser Art, oder sie sind durch eine langsame partielle Auflösung solche regelmäßige Formen anzunehmen fähig* *). Sie haben ferner die Eigenschaft, sich nach gewissen, mit den *Gränzflächen einer einfachen Krystallform ihrer Substanz* paralle-

*) Siehe die von Daniell hierüber gemachten Beobachtungen. A Journal of Science and the Arts, edited at the royal Institution 1816. No. 1. p. 24, Schweiggers Journal für Chemie und Physik, Bd. 19. p. 38, und Annales de Chimie et de Physique, Tom. 2. p. 287.

len Richtungen nach *ebenen Flächen*, und *weit leichter* als nach *allen andern Richtungen* theilen zu lassen. Diese natürlichen Trennungsflächen sind bei allen Kry stallen der nämlichen Substanz, und sogar bei den amorphen Stücken derselben die nämlichen, und sowohl sie, als die verschiedenen Kry stallformen der Substanz lassen sich, ungeachtet der grossen und mannigfaltigen Verschiedenheit der letztern, mittelst der Annahme einer gewissen regelmässigen, bei jedem Stück der Substanz statthabenden Form und Stellungs-Art der einfachen Theile, wenn auch nicht vollständig erklären, doch so unter ein allgemeines Gesetz bringen *), daß wir sie hauptsächlich als eine Folge

*) Siehe Haüy Essai d'une theorie sur la structure des cristaux, Paris 1784, dessen Traité de minéralogie, Paris 1801, (ins Deutsche übersetzt von Weiss) und dessen Traité de cristallographie, Par. 1822. Kurze Darstellungen seiner Theorie der Structur der Kry stallen enthalten: sein Traité élémentaire de physique, Par. 1803, 1806, 1821 (übersetzt von Weiss, Lpz. 1805, von Blumhof, Weimar 1804), ferner Grens neues Journal der Physik, Bd. 2. p. 418.

Als genügende Erklärungen sind diejenigen, welche Haüy in diesen Schriften von den Formen und natürlichen Trennungsflächen der Kry stallen aus einer Hypothese über die Form und Stellungs-Art ihrer mechanisch einfachen Theile giebt, nicht zu betrachten, und es ist auch weder bei seiner Voraussetzung über die Natur dieser Theile, noch bei irgend einer andern möglich, hieraus allein vollständige Erklärung davon zu geben. Denn die äussere Form der Kry stallen bildet sich bei ihrer Entstehung. Diese geschieht dadurch, daß sich aus einer, aus mehreren Stoffen bestehenden Flüssigkeit der eine ganz oder zum Theil abscheidet und in den festen Zustand übergeht; mithin dadurch, daß die Theile einer Materie aus einem Zustande des Gleichgewichts, wobei die Mate-

einer solchen, sowohl zur Bildung als zum Fortbestehen fester Körper nothwendigen Stellungs-Art der einfachen Theile anzusehen berechtigt sind. Es gewinnt diese Ansicht außerdem auch dadurch sehr an Wahrscheinlichkeit, daß wenn flüssige Materie sich zu festen Körpern bildet, es beinahe immer in Kry stallen geschieht. Jene Eigenschaften der kry stallisirten Mineral - Körper bieten uns daher ein Mittel dar, auf die zur Erhaltung des stabilen Gleichgewichts ihrer einfachen Theile nothwendige Stellungs-Art derselben zu schließen, und somit ein, die Untersuchung über dieses Gleichgewicht erleichterndes Datum zu erhalten. Es wird deshalb zweckmäfsig seyn, die Untersuchung über den innern Bau der festen Körper bei dem der *kry stallisirten* anzufangen. Da die *meisten*

rie durchaus flüssig war, in einen andern übergehen, wobei ein Theil davon fest ist. Die Flächen der Kry stallen bilden bei dem neuen Zustande des Gleichgewichtes die Gränzflächen zwischen dem festen und flüssigen Theile. Ihre äussere Form ist daher von der Art abhängig, auf welche zwischen den Atomen beider Theile Gleichgewicht möglich ist, und mithin nicht bloß von der Stellungs-Art der Atome, sondern auch von dem Gesetz ihrer wechselseitigen Wirkung. Die natürlichen Trennungsflächen der Kry stallen sind Flächen, nach welchen ihr Zusammenhang geringer ist, als nach andern. Auch die Stärke des Zusammenhanges muß bei jeder Richtung der Theilungsfläche nicht bloß von der Form und Stellungs-Art der einfachen Theile, sondern auch von den Gesetzen ihrer wechselseitigen Wirkung abhängig seyn. Bei der Erklärung jener beiden Eigenschaften müssen daher nicht bloß die Form und Stellungs-Art dieser Theile, sondern auch die Gesetze ihrer wechselseitigen Wirkungen berücksichtigt werden.

unorganischen zu dieser Klasse gehören, so ist zu erwarten, daß eine Theorie ihres innern Baues leicht in eine *allgemeine Theorie des Baues unorganischer Körper* wird erweitert werden können.

Die Art, auf welche Haüy die Formen und natürlichen Trennungsflächen der Krystalle aus der Form und Stellungs-Art ihrer mechanisch einfachen Theile erklärt, ist in Kurzem die folgende. Er nimmt bei jeder in Krystallen vorkommenden mineralischen Substanz eine einfache, durch ebene Flächen begränzte Form, die man durch eine Theilung nach den natürlichen Trennungsflächen aus jedem ihrer Krystalle erhalten kann, und die bei den meisten Substanzen auch unter den Formen der Krystalle selbst mit vorkommt, als ihre Grundform (*forme primitive*) an. Er denkt diese Form nach den natürlichen Trennungsflächen weiter in sehr kleine, einander gleiche polyëdrische Körper eingetheilt, betrachtet diese als die mechanisch einfachen Theile (*molécules intégrantes*) der Substanz, und bildet aus ihnen alle übrigen Krystallformen derselben dadurch nach, daß er sie in, nach mannigfaltigen Gesetzen ab- oder zunehmenden Schichten so auf die Primitiv-Form anlegt, daß ihre bei dieser Form statthabende Stellungs-Art regelmäßig fortgesetzt wird. So hat z. B. der Kalkspath drei Reihen natürlicher Trennungsflächen, wovon jede mit einer der drei Seitenflächen des, unter seinen Krystallformen selbst mit vorkommenden, stumpfwinkligen Rhomboëders *EAGOIKA* Fig. 1 parallel ist. Durch eine Theilung nach diesen natürlichen Trennungsflächen, die bei allen Krystallen des Kalkspathes die nämlichen sind, erhält man aus einem jeden Krystall desselben,

ein Rhomboëder, welches deshalb von Haüy als *Primitiv-Form* des Kalkspathes angesehen wird *). Wird nun dieses letztere nach den, mit ihren Seitenflächen parallelen natürlichen Trennungsflächen weiter so getheilt, daß die theilenden Flächen *lll*, *l'l'l*, *l'l'l'l*, *l'l'l'l'l* etc., *mmm*, *m'm'm'*, *m''m''m''*, *m'''m'''m'''* etc., *nnn*, *n'n'n'*, *n''n''n''*, *n'''n'''n'''* etc. Fig. 1, sämmtlich gleiche Abstände von einander haben, so zertheilt sie sich in kleine, unter sich gleiche und ihr selbst ähnliche Rhomboëder *aea'ka*. Solche Rhomboëder von einer äußerst geringen, unsern Sinnen nicht mehr wahrnehmbaren Ausdehnung, nimmt nun Haüy als die mechanisch einfachen Theile (*molécules intégrantes*) des Kalkspathes an, denkt daraus die Primitiv-Form desselben auf die in Fig. 1 vorgestellte Art zusammengesetzt, und bildet auf die folgende Art seine übrigen Kry stallformen so daraus nach, daß sie die nämliche innere Structur erhalten. Denkt man sich auf die Seitenfläche *AEOI* der Primitiv-Form eine Schicht von Moleculen aufgelegt,

*) Der Herr Verfasser, welcher anfangs die Absicht hatte, gegenwärtige Abhandlung für sich erscheinen zu lassen, und deshalb eine ausführlichere Entwicklung der Ansichten Haüy's für nöthig hielt, zeigt jetzt, welche Lage die natürlichen Trennungsflächen (oder die Ebenen des Blätterdurchganges) in Bezug auf die Begrenzungsflächen einiger anderen Kry stallen des Kalkspathes besitzen, wie z. B. auf die der 6seitigen Säule, der stumpferen oder spitzeren Rhomboëder, erster oder zweiter Ordnung, und auf die des Drei und Drei-Kantners (Weiss). Da diese Betrachtung indess auf die theoretischen Ansichten des Folgenden keinen Einfluß hat, so sind sie hier, unter Mitwissen des geehrten Herrn Verfassers, übergangen. P.

woran an der Ecke O drei Molecule a, b, c , Fig. 2, an jeder der Ecken I und E ein Molecule fehlt; auf diese eine zweite, die an der Ecke O zwei Reihen Molecule d, e, f, g, h, i, k , an der Ecke I den Molecule x , und an der Ecke E den ihm correspondirenden Molecule weniger hat, als die erste; auf die zweite eine dritte, die an der Ecke O zwei Reihen Molecule $l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v$, an der Ecke I die beiden Molecule y, z , an der Ecke E die ihnen correspondirenden weniger hat, als diese, und so fort; nimmt ganz das Nämliche auch mit der Seitenfläche $AIKG$ vor, so bilden die hierdurch entstehenden Flächen $BCO, DFK, LIMP$ drei Gränzflächen des regelmäßigen sechsseitigen Prismas. Legt man daher auch auf die übrigen vier Seitenflächen der Primitiv-Form solche an den Ecken E, O, I, K, G, H nach den nämlichen Gesetzen abnehmende Schichten von Moleculen auf, und läßt, um die obere und untere Gränzfläche des Prismas zu erhalten, alle diese Schichten auch an den Ecken A und A' nach ähnlichen Gesetzen abnehmen, so erhält man diese ganze Kry stallform des Kalkspathes als Zusammensetzung der Molecule Fig. 3. Denkt man sich ferner auf jede der obern Gränzflächen der Primitiv-Form eine neue Schicht von Moleculen so aufgelegt, daß bei jeder die beiden, den Kanten EO, OI, IK, KG, GH, HE zunächst liegenden Reihen von Moleculen unbedeckt bleiben; auf jede von diesen eine zweite, welche die beiden, jenen Kanten zunächst liegenden Reihen Molecule der ersten nicht bedeckt; auf jede der zweiten auf die nämliche Art eine dritte, und so fort, so weit es möglich ist, so bildet die hierdurch entstehende Form $SEOIK$ Fig. 4 die obere

Hälfte der durch zwölf ungleichseitige Dreiecke begrenzten Kry stallform des Kalkspathes (*Chaux carbonatée metastatique* Haüy. (*P.*)) und diese ganze Form entsteht, wenn man das nämliche Verfahren auch bei den untern Seitenflächen der Primitiv-Form anwendet.

Durch die Systeme polyëdrischer Molecule, welche auf diese Art entstehen, können nach den Richtungen der *natürlichen Trennungsflächen* der Kry stallen Ebenen gelegt werden, die keinen Molecule durchschneiden, und hieraus erklärt Haüy diese *Trennungsflächen*. Zur Erklärung der *Kry stallformen* der Mineral-Körper wäre es hinreichend gewesen, bei allen die *parallelepipedische Form* als die der *molécules intégrantes* anzunehmen; die natürlichen Trennungsflächen aber sind nicht immer sämmtlich mit den Seitenflächen eines Parallelepipedes parallel, und deshalb war es zur vollständigen Erklärung dieser Flächen bei einer gewissen Zahl von Substanzen nothwendig, die parallelepipedischen Molecule weiter in *Prismen*, *Tetraëder* und *Octaëder* zu zertheilen, und diese als die mechanisch einfachen Theile (*molécules intégrantes*) der Substanzen zu betrachten. Haüy nennt alsdann die zur Erklärung der Kry stallformen dienenden *Parallelepipede*, welche immer aus einer gewissen Zahl der *molécules intégrantes* zusammengesetzt sind, die *molécules soustractives* *).

Obgleich nun die von Haüy aus seinen Hypothesen über die Form und Stellungsart der mechanisch einfachen Theile der Kry stallen gegebenen Erklärung

*) Siehe dessen *Traité de minéralogie*, 1re édit. in 8. T. 1. p. 93—98. p. 234.

gen ihrer Formen und ihrer natürlichen Trennungsflächen nicht als genügend betrachtet werden können, und obgleich sich diese Hypothesen auf die, mit den oben angeführten Eigenschaften der festen Körper nicht übereinstimmende Voraussetzung gründen, daß die einfachen Theile sich unmittelbar berühren, so ist die Hypothese über die Stellungs-Art der einfachen Theile, weil sie auf eine sehr große Zahl von Beobachtungen gegründet ist, mit den mannigfaltigen Formen der Kryalle allgemein übereinstimmt, und mit der Voraussetzung, daß die einfachen Theile in gewissen Entfernungen von einander stehen, leicht vereinigt werden kann, als Grundlage einer Untersuchung über das Gleichgewicht dieser Theile einer jeden andern vorzuziehen. Ihre Vereinigung mit der genannten Voraussetzung geschieht dadurch, daß man anstatt Haüy's einander berührender Molecule in deren Mitte andere substituirt, die so klein sind, daß sie die zur Erklärung der oben erwähnten Eigenschaften der festen Körper nothwendigen Abstände erhalten. Hierdurch werden weder die Formen der durch die Molecule gebildeten Systeme geändert, noch ihre Eigenschaft, daß dadurch nach den Richtungen der natürlichen Trennungsflächen Ebenen gelegt werden können, die keinen Molecule schneiden *), und so-

*) So stellt z. B. Fig. 5, 6 u. 7 die Kryallformen des Kalkspathes, die in Fig. 1, 2 u. 3 als Zusammensetzungen von Haüy's einander berührenden rhomboëdrischen Molecule abgebildet sind, aus kleinern anstatt dieser substituirt kugelförmigen gebildet dar. Der größern Deutlichkeit wegen sind die kugelförmigen Molecule größer gezeichnet als sie in der Wirklichkeit angenommen werden können. Es ist leicht

wohl die Formen als die Trennungsflächen der Kry-
 stalle können daher noch auf die nämliche Art daraus
 erklärt werden, wie vorher. Ueberdies lassen sich die
 Haüy'schen Erklärungen durch diese Substitution be-
 trächtlich vereinfachen. Denn substituirt man bei
 denjenigen Substanzen, wobei er zur Erklärung der
 natürlichen Trennungsflächen *prismatische* und *te-
 traëdrische* *molécules intégrantes* annimmt, die neuen
 kleinern Atome *) nicht anstatt dieser, sondern anstatt
 der parallelepipedischen *molécules soustractives*, so
 lassen sich doch nach allen Richtungen der natürlichen
 Trennungsflächen Ebenen, welche keinen Molecul
 schneiden, durch die von ihnen gebildeten Systeme
 legen, und mithin diese Flächen sich eben so gut er-
 klären, als wenn man die neuen Atome anstatt der *mo-
 lécules intégrantes* substituirt hätte. Man braucht da-
 her weder um die Formen, noch um die natürlichen
 Trennungsflächen der Krystalle nach Haüy's Art er-
 klären zu können, den neuen sich nicht berührenden
 Atomen die verschiedenen, zum Theil complicirten,
 Stellungsarten zu geben, die sie durch eine beständi-
 ge Substitution anstatt seiner *molécules intégrantes* er-
 halten würden, sondern nur die *einzige* einfache, die
 sie dadurch erhalten, daß man sie nur bei den Sub-

einzusehen, daß wenn an ihre Stelle andere, auch noch so
 kleine gedacht werden, die aus ihnen gebildeten Formen doch
 die nämlichen bleiben.

*) Um die Unterscheidung der in dieser Abhandlung angenom-
 menen *kugelförmigen* Atome von Haüy's *polyëdrischen* zu er-
 leichtern, ist von den an sich gleichbedeutenden Namen *Atom*
 und *Molecul* dieser nur für den letztern, jener beständig für
 die ersten gebraucht.

sianzen, wobei er *parallelepipedische* *molécules intégrantes* annimmt, anstatt dieser, bei den übrigen aber anstatt der *molécules soustractives* substituirt. Wir werden diese Stellungsart ihrer Eigenschaften wegen in der Folge die *parallelepipedische* nennen.

Da sich bei der Bestimmung der wechselseitigen Wirkung zweier materiellen Theile die Figur derselben nicht in allgemeinen Zeichen ausdrücken läßt, und mithin auch nicht die Wirkung selbst, so können wir bei der Untersuchung über die Art, auf welche das Gleichgewicht der einfachen Theile der festen Körper besteht, die Figur derselben nicht als unbestimmt in die Untersuchung einführen, und nachher direct aus den Gesetzen des Gleichgewichtes bestimmen, sondern wir müssen sie entweder aus der Erfahrung entlehnen, oder mit Hülfe einer darüber gemachten Hypothese auf indirectem Wege bestimmen. Das Erstere ist nicht möglich; denn da sich jede mechanische Theilung eines Körpers so weit fortsetzen läßt, als wir die dadurch entstehenden Theile noch wahrzunehmen und zu handhaben im Stande sind, so können wir diese Theile nie als einfach betrachten. Es bleibt daher nur das Letztere übrig. Haüy's Hypothese polyëdrischer Formen beizubehalten, würde unzweckmäfsig seyn, weil sie bei seiner Art die natürlichen Trennungsflächen der Kryalle zu erklären, und bei der Voraussetzung einer unmittelbaren Berührung der einfachen Theile, eine Folge seiner Hypothese über ihre Stellungsart ist. Nimmt man aber diese Theile in Entfernungen von einander stehend an, so ist ihre Form von der Stellungsart ganz

unabhängig, und die polyëdrische unnatürlich und unwahrscheinlich. Die zweckmäßigste Hypothese über die Form der Atome ist die der *Kugelform*, theils weil diese Form, als die einfachste, die wahrscheinlichste ist, besonders aber weil ihre Annahme die Auffindung eines den Bedingungen stabilen Gleichgewichtes der Atome entsprechenden Gesetzes ihrer wechselseitigen Wirkung ungemein erleichtert. Denn bei dieser Form geht sowohl die ganze Anziehung als die ganze Abstoßung, welche zwei Atome auf einander ausüben, beständig durch die Schwerpunkte von beiden; diese Wirkungen können mithin keine Rotationsbewegung der Atome erzeugen, und man hat nur die Bedingungen ihres Gleichgewichtes in Beziehung auf die progressive Bewegung zu betrachten. Eine jede dieser beiden Wirkungen kann bei jener Form nur in verschiedenen Abständen der Mittelpunkte der Atome verschieden seyn, sie kann mithin durch diesen Abstand und durch andere von ihrer Lage unabhängige Größen allein ausgedrückt werden, und man hat bei der Auffindung der Bedingungen ihres Gleichgewichtes nicht nothwendig die Lage aller einzelnen Punkte derselben zu betrachten, sondern nur die Lage ihrer Mittelpunkte.

Ueben nun zwei Punkte eine anziehende und eine abstoßende Wirkung zu gleicher Zeit auf einander aus, so hebt die schwächere von beiden einen ihr gleichen Theil von der stärkeren auf, und es entsteht daraus eine einzige, die, je nachdem die anziehende oder die abstoßende Wirkung überwiegt, anziehend oder abstoßend ist, und von der Intensität gleich der Differenz der Intensitäten beider abhängt. In mathemati-

sehen Zeichen ausgedrückt muß, da beide Wirkungen einander entgegengesetzt sind, die eine davon als positiv, die andere als negativ betrachtet werden; die aus ihnen hervorgehende Wirkung der Theile läßt sich daher durch einen einzigen Ausdruck darstellen, der die algebraische Summe von denjenigen ist, welche die Wirkungen einzeln ausdrücken, und sie ist anziehend oder abstoßend, je nachdem jener Ausdruck einen negativen oder positiven Werth hat. Um in den Bedingungen des Gleichgewichtes der Atome entsprechendes Gesetz ihrer anziehenden und abstoßenden Wirkung zu erhalten, hat man daher nur einen einzigen Ausdruck dafür zu bestimmen, welcher diesen Bedingungen Genüge leistet.

Da nicht allein die festen Körper selbst bei jeder äußern Form als solche bestehen, sondern auch die einzelnen Stücke, worin sie auf eine willkührliche Art getheilt werden, so muß sich eine jede beliebige Menge ihrer einfachen Theile für sich allein, und unabhängig von den übrigen im stabilen Gleichgewicht erhalten können. Es kann mithin zur Erhaltung des Gleichgewichtes eines jeden einzelnen Atoms nicht die Wirkung aller übrigen im Körper enthaltenen erfordert werden, sondern nur die Wirkung einer unbestimmten Zahl davon, die ohne Störung des Gleichgewichtes willkührlich vermehrt und vermindert werden kann, und dieses setzt nothwendig voraus, daß nicht bloß die Resultante der Wirkungen null ist, die ein jeder Atom durch die übrigen erhält, sondern jede einzelne Wirkung selbst. Hat dieses Letztere Statt, so sind die Atome in einem Gleichgewicht, dessen *Stabilität* davon abhängt, ob ihre wechselseitige

Wirkung bei den, in ihren Abständen Statt habenden Durchgängen durch null, bei zunehmender Distanz *aus einer abstoßenden in eine anziehende übergeht*, oder *umgekehrt*. Geschieht in jedem Abstände das Erstere, so ist das Gleichgewicht sicher ein *stabiles*; denn die Wirkung zweier Atome ist alsdann in einem etwas geringeren Abstände als der, den sie bei ihren Positionen des Gleichgewichtes haben, abstoßend, in einem etwas größern anziehend. Wird daher ein Atom durch eine von aussen auf den Körper wirkende Ursache ein wenig aus seiner Lage entfernt, so wird er von jedem der übrigen, dem er dadurch genähert worden ist, abgestoßen, von jedem, von dem er dadurch entfernt worden ist, angezogen; die Wirkung aller geht also dahin, ihn wieder in die vorigen Abstände von ihnen, und mithin, da diese Abstände sich nach allen Richtungen kreuzen, ihn wieder in die vorige Lage in Beziehung auf sie zurückzuführen.

Die Aufgabe, die Art, wie die festen Körper aus den einfachen Theilen ihrer Materie gebildet sind, aus einer wechselseitigen anziehenden und abstoßenden Wirkung dieser Theile zu erklären, würde also aufgelöst seyn, wenn für die, aus beiden zusammengesetzte Wirkung ein Gesetz, und für die Theile eine Stellungsart angegeben werden könnte, welche die Eigenschaft haben, daß dabei in jedem Abstände von irgend zweien derselben ein Uebergang der Wirkung aus abstoßend durch null in anziehend Statt findet. Setzt man bei ihnen die sphärische Gestalt und die mit den Krystallformen der Mineral-Körper übereinstimmende parallelepipedische Stellungsart voraus, so läßt sich in der That für die wechselseitige Wirkung ein jener Bedingung Genüge leistendes Gesetz angeben.

(Fortsetzung im folgenden Heft, dem auch die zur Abhandlung gehörigen Kupfertafeln beigelegt werden.)

II.

Ueber das Gesetz der Abnahme der Wärme mit der Höhe;

von

Herrn J. J. PRECHTL,

Direktor d. K. K. polytechnischen Instituts zu Wien *).

1. Das Gesetz der Abnahme der Temperatur der Atmosphäre mit der Höhe ist noch nicht mit einiger Genauigkeit ausgemittelt worden. Es hängt von der Bestimmung der GröÙe der Temperaturveränderung ab, welche durch Ausdehnung oder Zusammendrückung der Luft hervorgebracht wird. Denn wenn wir

*) Der vorliegende Aufsatz, obgleich schon seit geraumer Zeit dem 3ten Bande des trefflichen Jahrbuches des K. K. polytechnischen Instituts zu Wien einverleibt, ist dennoch nicht, so wie er es gewiß seinem Interesse nach verdient, dem größeren physikalischen Publikum bekannt geworden. Aus diesem Grunde wünschte der verewigte Gilbert mit demselben die *Annalen* zu bereichern, und der hochgeschätzte Herr Verfasser, welcher diesem Wunsche entgegen kam, hatte zugleich die Güte, Einiges weiter zu entwickeln und zu verbessern. In dieser verbesserten Gestalt übergebe ich also gegenwärtig den Aufsatz dem Publikum, und erfülle dadurch um so lieber einen der wenigen Wünsche, welche des Verstorbenen unerwartetes Hinscheiden in Bezug auf die *Annalen* errathen ließ, als der Hr. Direkt. Prechtl mich später selbst seiner Zustimmung zur Aufnahme seines schätzbaren Versuches einen so schwierigen Gegenstand aufzuhellen, mehrmals versicherte. P.

uns für einen Augenblick vorstellen, die ganze Luftmasse, welche die Atmosphäre bildet, sey in gleicher Dichtigkeit, z. B. einer solchen, die einem Stande von einem Zoll Quecksilberhöhe entspräche, und in gleicher Temperatur, z. B. von -30° R., um die Erde herum verbreitet; und nun setze sich diese Luftmasse nach den Gesetzen der Schwere ins Gleichgewicht, und bilde nun die Erde eine Atmosphäre; so wird diese ganze Luftmasse in einen verhältnißmäßig kleineren Raum zusammengezogen, die unteren Schichten werden immer dichter und dichter, so daß diese Dichtigkeiten (wenn alle Schichten die nämliche Temperatur besäßen (*P.*)) mit dem arithmetisch zunehmenden Wachsthum der Höhen in einer geometrischen Reihe abnehmen. In dem Verhältnisse nun, in welchem die Dichtigkeit der unteren Luftschichten in Folge dieser Zusammendrückung durch die oberen vermehrt wird, wird ihre Wärmecapacität vermindert, oder sie erwärmen sich in dem Verhältnisse dieser Zusammendrückung. Die Temperatur der Atmosphäre muß daher gegen die Erdoberfläche immer mehr, und zwar im Verhältnisse der den relativen Höhen entsprechenden Luftdichtigkeit zunehmen.

Es versteht sich übrigens von selbst, daß diese durch die erste Verdichtung erzeugte Temperaturerhöhung nur so lange Statt finden könne, bis der Wärmeüberschuß wieder in der kälteren Umgebung sich ausgeglichen hat, indem diese Wärmezunahme von einer bleibenden Wärmequelle (der Sonne) unabhängig ist. Eben dieser Fall ist auch bei den Veränderungen des Barometerstandes in der Atmosphäre vorhanden; denn wenn

das Barometer steigt, folglich die untern Luftschichten sich verdichten, so erhöhen diese im Verhältniß dieser Verdichtung ihre Temperatur, und umgekehrt bei dem Fallen des Barometers vermindern sie dieselbe der unten Statt findenden Luftverdünnung.

Betrachten wir auf der andern Seite die bleibende Erwärmung der Luftschichten als die Wirkung des Sonnenlichts; so wird auch hier die Temperatur der einzelnen Luftschichten im Verhältniß stehen müssen mit ihrer Dichtigkeit. Denn nehmen wir z. B. zwei Portionen Luft an, welche der Sonne unter gleichen Umständen ausgesetzt sind, und von denen die eine doppelt so dicht ist, als die andere: so wird die Sonne die gleichartigen Theile dieser beiden Luftportionen auf gleiche Weise erwärmen, d. i. jedes Lufttheilchen wird dieselbe Wärmemenge annehmen, sowohl in der dichteren als in der dünneren Portion, in dem angenommenen Falle daher die dichtere Portion genau die doppelte Wärmemenge der dünneren. Da aber die dichtere Luft eine geringere Wärmecapacität als die dünnere besitzt, so wird ein Theil dieser Wärmemenge nicht in der dichteren Portion gebunden bleiben können, sondern ihre Temperatur auf dieselbe Art erhöhen, als wenn die dünnere, auf den gleichen Grad durch die Sonne erwärmte Portion in einen doppelt so kleinen Raum zusammengedrückt worden wäre.

Es läßt sich hiernach für alle Fälle, es mag in den Schichten der Atmosphäre Temperaturänderung durch barometrische Schwankungen, oder durch den Einfluß der Sonne hervorgebracht werden, der Satz annehmen, daß die Abnahme der Temperatur in der

Atmosphäre mit der Abnahme der Dichtigkeit der Luft im Verhältniß stehe, und daß daher die GröÙe dieser Temperaturänderung durch die Quantität der Wärme gemessen werde, welche bei der Verdichtung der Luft frei, oder bei ihrer Verdünnung gebunden wird, ein Satz, welcher durch die genaue Uebereinstimmung des auf diese Annahme gegründeten Gesetzes mit der Erfahrung seine Bestätigung erhält.

2. Die GröÙe der Abnahme der Temperatur der Atmosphäre mit der Höhe läßt sich daher bestimmen, wenn man die GröÙe der Temperaturänderung kennt, welche durch die Ausdehnung oder Zusammendrückung der Luft hervorgebracht wird. Es sey die GröÙe der Ausdehnung oder Zusammenziehung eines Luftvolumens, durch welche 1° R. Erniedrigung oder Erhöhung der Temperatur desselben hervorgebracht wird = x

der untere Barometerstand = h

der obere - - - = h'

die untere Temperatur = t

die obere - - - = t'

so ist, da die Luftdichtigkeiten den Barometerständen proportional sind *)

*) Der hochgeehrte Herr Verfasser wird nicht mißverstehen, wenn ich hier den Wunsch äußere, daß es ihm gefallen haben möchte, die Grundsätze näher zu entwickeln, welche ihn bei Aufstellung der obigen Formel leiteten. Denn wenn eine verticale Luftsäule, mittelst horizontaler, für die Wärme undurchdringbarer, sonst aber beweglicher Scheidewände, in eine beliebige Anzahl von Schichten getheilt, angenommen wird, und man nun die Bedingung macht, daß

$$\frac{h-h'}{h} = x(t-t') \text{ oder } t' = t - \frac{h-h'}{hx}$$

5. Da keine genauen Bestimmungen über die Gröſſe der Temperaturverminderung bei einer bestimmten Ausdehnung der Luft vorhanden ſind, ſo ſuchte ich dieſe Gröſſe, oder den Werth von x , durch eigene Verſuche aufzufinden, und wählte dazu folgende Vorrichtung:

An eine Thermometerröhre von etwa $\frac{1}{2}$ Linie innerem Durchmeſſer iſt ein gläſerner Cylinder aus ganz

jede Schicht zu Anfange einer gleichen Temperatur und einem gleichen Druck unterworfen iſt, hierauf aber den Druck erleidet, welcher derſelben nach deren reſpectiven Lage, durch das Gewicht der auf ihr laſtenden Luftmaſſe zukommt, ſo kann offenbar die Volumensvergrößerung (oder Dichtigkeitsverminderung) jeder einzelnen Schicht nicht dem verminderten Drucke proportional ſeyn, indem das Mariotteſche Geſetz eine gleichbleibende Temperatur vorausſetzt, hier aber mit der Ausdehnung zugleich Erkältung vereint iſt, und dieſe wiederum auf die Gröſſe der erſteren eine Rückwirkung ausübt.

Liegen der Formel des Hrn. Verfaſſers die ſo eben gemachten Bedingungen zum Grunde, ſo würde dieſelbe eine beträchtliche Abweichung von der zeigen, welche Hr. Poisson in ſeinem ſehr belehrenden Aufſatze über die Wärme der Gaſe und Dämpfe (den ich bei dieſer Gelegenheit den Annalen einverleiben zu müſſen glaubte) bekannt gemacht hat. Dem Herrn Verfaſſer zfolge ſtehen Druck und Temperatur der atmosphäriſchen Luft, wenn die Wärme ſich nicht von einer Schicht zur andern mittheilt, in denſelben Beziehungen wie die Coordinaten einer geraden Linie, hingegen Herrn Poisson's Formel dieſe Gröſſen als Coordinaten einer *höheren Parabel* angiebt. Ich habe nicht verſucht, in wie weit ſich durch letztere die Beobachtungen des Hrn. Gay-Luſſac darſtellen laſſen. P.

dünnem Glase, von etwa 3—4 Linien Weite, angeblasen. Dieser Cylinder wird bis zu einem Punkte, welcher etwa einen halben Zoll über der Stelle liegt, an welcher der Cylinder mit der Thermometerröhre vereinigt ist, mit Quecksilber gefüllt, und von diesem Punkte aus, welchen ich den Nullpunkt nennen will, die Länge der Röhre gemessen, welche durch diese Quecksilbermenge angefüllt wird. Diese Länge der Röhre theilt man sonach durch Kalibrieren in zehn gleiche Theile, und bricht die Röhre dann zwischen der dritten und vierten Abtheilung ab; weil nur diese untere Länge nöthig ist. Jede dieser Abtheilungen theilt man nun wieder in funfzig oder hundert gleiche Theile, in welchem letzteren Falle die Grade dieses Luftthermometers Tausendtheile der Capacität des Cylinders ausdrücken. Zuletzt füllt man die ganze Röhre mit trockener Luft, und bringt endlich eine Quecksilbersäule von etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Länge in dieselbe; so daß sie z. B. bei einer Temperatur von 0° R. oder von einigen Graden darüber bis an den oben bezeichneten Punkt zu stehen kommt. Die obere Mündung der Röhre wird mit einem kleinen Hahne versehen, welcher vollkommen luftdicht schließt. Bei dem Instrumente, mit welchem ich Versuche anstellte, hatte die graduirte Röhre eine Länge von 9 Zoll, auch war an demselben der Cylinder, etwa parallel mit der Röhre, aufwärts gebogen.

4. Ich beobachtete mit diesem Instrumente auf folgende Art. Indem man den Cylinder desselben einer niederen Temperatur aussetzt, z. B. in Eis stellt, bringt man die Quecksilbersäule bis auf den Nullpunkt herab (oder auch auf irgend einen höher liegenden),

und verschließt alsdann den Hahn an der oberen Oeffnung. Man bringt hierauf das Instrument in eine höhere Temperatur in erwärmte Luft, z. B. im Winter in die Nähe eines Zimmerofens, mit einem Quecksilberthermometer, welches Zehntel eines Grades zeigt, und bemerkt genau die Temperatur. Hierauf öffnet man den Hahn, und bemerkt den Stand des unteren Randes der Quecksilbersäule, welche von der Luft plötzlich in die Höhe gehoben wird (den Stand der plötzlichen Ausdehnung). Man läßt hierauf das Instrument in derselben Temperatur, bei geöffnetem Hahne, und bemerkt gleichfalls den Stand der Luftsäule (den Stand der freien Ausdehnung). Der Unterschied dieser beiden Ausdehnungen giebt die Gröfse der Temperaturverminderung bei der vorhandenen Ausdehnung. Es sey die Gröfse der freien Ausdehnung in den Theilen der Skala $= m$,

jene der plötzlichen Ausdehnung $= m'$,

die Capacität des Cylinders $= V$,

die Temperatur, welche der freien Ausdehnungsgröfse entspricht $= t$ (R.°),

jene, welche der Gröfse der plötzlichen Ausdehnung zugehört $= t'$;

so ist $t = \frac{m}{0,00468 \cdot V}$ und $t' = \frac{m'}{0,00468 \cdot V}$, folglich

$t - t' = \frac{m - m'}{0,00468 \cdot V}$ die Temperaturverminderung für

die Ausdehnungsgröfse $= \frac{m'}{V}$.

Z. B. Bei dem Instrumente, mit welchem ich Versuche anstellte, war die Capacität des Cylinders oder $V = 1500$. Bei einem dieser Versuche betrug unter gleicher Temperatur die freie Ausdehnung $=$

218 Theile der Skale, die plötzliche Ausdehnung = 178 Theile der Skale, folglich war für die Ausdehnungsgröße = $\frac{178}{7,02}$, die Temperaturverminderung = $\frac{218 - 178}{7,02} = 5,69$: oder auf 1° R. betrug die Ausdehnungsgröße $x = 0,0208$.

Bei einem andern Versuche betrug bei einer und derselben Temperatur die freie Ausdehnung = 285 Theile, die plötzliche Ausdehnung = 235 Theile, folglich war für die Ausdehnungsgröße = $\frac{235}{7,02}$, die Temperaturverminderung = $\frac{285 - 235}{7,02} = 7,12$: oder auf 1° R. betrug die Ausdehnungsgröße $x = 0,219$.

5. Der Fehler, welcher bei diesen Versuchen durch die Aufnahme der Wärme der sich ausdehnenden Luft aus dem erwärmten Glase entstehen würde, kann durch einige Uebung in der Behandlungsart des Instruments größtentheils vermieden werden. Denn wenn man das Instrument bei geöffnetem Hahne (um die freie Ausdehnung zu messen) aus der höheren Temperatur in eine um 5 bis 6 Grad kältere Luft bringt (z. B. aus der Nähe eines Ofens in einen etwas entfernteren Theil des Zimmers), so vergehen einige Sekunden, bis das Quecksilber wieder zu fallen anfängt; so daß also das Glas in dieser Zeit seine Wärme an die umgebende Luft verloren hat. Die kurze Zeit also, welche vergeht, um das Instrument zur Bestimmung der plötzlichen Ausdehnung einen oder zwei Schritte weit aus seiner vorigen Stelle zu entfernen und so schnell wie möglich zu öffnen, reicht gerade hin, um dem Glase jene überflüssige Wärme zu nehmen, welche auf die Ausdehnungsgröße einen bedeu-

tenden Einfluß haben könnte, da bekanntermaßen bei geringen Temperaturunterschieden die Mittheilung der Wärme nur langsam erfolgt, und ein weit größerer Zeitraum erforderlich seyn würde, um bei einer Temperaturdifferenz von 5 bis 6° die Luft in dem Instrumente um 1° abzukühlen.

6. Auf diese Art habe ich, zum Theil unter abgeänderten Umständen, eine bedeutende Menge von Versuchen angestellt, die unter sich gut harmonirten und zeigten, daß das Resultat aus denselben Zutrauen verdiene. Die meisten dieser Versuche geben, auf die §. 4. erwähnte Art berechnet, für 1° R. Temperatur eine Ausdehnungsgröße zwischen 0,021 und 0,022 des Luftvolumens. Ich glaubte daher für diese Größe oder das oben erwähnte $x = 0,0215$ als Mittelzahl setzen zu dürfen. Da nun diese Zahl, wie man sehen wird, in der Berechnung der Temperaturen in verschiedenen Höhen, sehr genau mit den Beobachtungen übereinstimmt, so glaube ich, daß sie so genau ist, als es für die Anwendung immer erforderlich seyn dürfte.

7. Die einzigen Angaben über diesen Gegenstand, die meines Wissens vorhanden sind, sind von Dalton und Gay-Lussac *). Ersterer suchte durch Versuche

*) Indess haben die HH. Clement und Desormes bei Gelegenheit ihrer Untersuchungen zur Bestimmung des absoluten Nullpunktes und der specifischen Wärme der Gasarten (welche in Blainvilles Journal de Physique 1819 aufgenommen wurden) einen hieher gehörigen Versuch unternommen, von welchen Hr. Poisson neuerdings in seinem Aufsätze über die Geschwindigkeit des Schalles (Connaissance de temps pour l'an 1826. p. 257) Gebrauch machte. Wenn das Resultat des Ver-

mit der Luftpumpe die Temperaturverminderung durch die Ausdehnung der Luft zu bestimmen, und glaubte als Resultat annehmen zu können, daß bei der Ausdehnung einer doppelt comprimierten Luft eine Temperaturverminderung von etwa 50° F. Statt finde. Diese Annahme ist jedoch viel zu klein (Gilberts Annalen XIV. 101). Herr Gay-Lussac giebt an (*Annales de Chimie et de Physique*, T. IX. p. 308),

sichs auch vielleicht nicht völlig genau ist, so verdient die von den Experimentatoren angewandte höchst sinnreiche Methode, hier gewiss eine Erwähnung. Die Temperaturveränderungen, welche in einem Gase den Aenderungen seiner Dichtigkeit entsprechen, werden, nebst den letzteren, nach dieser Methode einzig aus der durch die Barometerhöhe gemessene Elasticität des Gases abgeleitet.

1) Man hatte nämlich einen Ballon, in welchem das untere Niveau eines Barometers eingelassen war und der durch einen Hahn luftdicht verschlossen werden konnte, mit Luft gefüllt, welche Druck, Dichtigkeit und Temperatur mit der äußern atmosphärischen Luft gemein hatte. Diese 3 Größen seyen mit P , D und ϑ bezeichnet.

2) Nun ward ein Theil der Luft aus dem Ballon entfernt, und dieser bei geschlossenem Hahne so lange sich selbst überlassen, bis die Temperatur im Innern desselben, wiederum der äußern gleich war.

Da also von den eben genannten 3 Größen nur der Druck und die Dichte abgeändert worden, die Temperatur aber dieselbe blieb, so lassen sich jene durch P' , D' , ϑ bezeichnen.

3) Oeffnet man nun auf einen Augenblick den Hahn, damit sich der innere Druck mit dem äußern ins Gleichgewicht setzt, und verschließt den Ballon darauf schnell, so ist klar, daß der Druck des Gases gleich ist dem der äußern Luft, die Dichte und Temperatur desselben hingegen eine Aenderung erleiden, die von der rasch erfolgenden Compression des Gases abhängig ist. Bezeichnet man die Temperaturerhöhung mit α ,

dafs in dem pneumatischen Feuerzeug der Schwamm sich entzündet, wenn die Luft auf den fünften Theil ihres Volumens zusammengepresst wird. Nun entzündet sich der Schwamm wohl auf dem schmelzenden Blei (323° C.), aber nicht auf dem Wismuth (283° C.), also beiläufig bei 300° C., welche Temperatur also wenigstens durch jene Zusammendrückung erzeugt werde.

so ist der Ausdruck für obige Gröfsen bei dieser Epoche:
 $P, D'', \vartheta + \omega$.

4) Endlich überlässt man den Ballon, bei fortwährend verschlossenem Hahne, so lange sich selbst, bis die Temperaturerhöhung ω wieder entwichen ist. Die Dichte (als Luftmenge in einem gegebenen Raume) wird dadurch nicht geändert, bleibt also $= D''$; der Druck nimmt eine neue durch das innere Barometer zu messende Gröfse $= P''$ an, und die Temperatur ist wie beim Anfange des Versuches $= \vartheta$.

Wie nun aus den beobachteten Barometerständen P, P', P'' , die der unbekannten Temperaturerhöhung ω zugehörige ebenfalls nicht direct gegebene Verdichtung $= \gamma$ gefunden werden könne, zeigt Hr. Poisson folgendermaßen:

In der ersten und vierten Epoche waren die Temperaturen gleich, und mithin findet das bekannte Mariottesche Gesetz über die Proportionalität der Luftdichten mit dem Luftdrucke hier seine Anwendung. Es ist also:

$$\frac{D'}{D''} = \frac{P'}{P''}$$

Die in der dritten Epoche erfolgende Condensation γ hat aber offenbar zum Ausdruck:

$$\frac{D'' - D'}{D'}, \text{ also ist auch: } \gamma = \frac{P'' - P'}{P'} \dots (a)$$

und dadurch folglich gegeben.

Ferner hat die Luft in der 3ten und 4ten Epoche gleiche Dichtigkeit, und mithin der Satz, dafs der Anwuchs der Ela-

Diese Angabe stimmt mit dem oben gefundenen Ausdehnungscoefficienten näher zusammen, als man nach jener thermometrischen Bestimmungsart erwarten sollte. Denn eine fünffache Zusammendrückung der Luft giebt nach dem angegebenen Resultate meiner Versuche eine Temperaturerhöhung von $\frac{5}{0,0215} = 232^{\circ} \text{ R.} = 290^{\circ} \text{ C.}$; was sich von der von Herrn Gay-

sticität eines Gases (oder umgekehrt bei gleichem Druck der seines Volumen) den Temperaturen proportional ist, seine Anwendbarkeit. Die Temperaturen waren ϑ und $\vartheta + \omega$, also ist:

$$\frac{1 + \alpha (\vartheta + \omega)}{1 + \alpha \vartheta} = \frac{P'}{P''} \dots \dots \dots (b)$$

worin α den allen Gasarten gemeinschaftlichen Dilatationscoefficienten bezeichnet (der bekanntlich für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, wenn die Dilatation vom Gefrierpunkt des Wassers an gerechnet wird = 0,00375 beträgt).

Aus den beiden Gleichungen (a) und (b) hat man alsdann:]

$$\frac{\alpha \omega}{(1 + \alpha \vartheta) \gamma} = \frac{(P - P'') P'}{(P'' - P') P'} \dots \dots \dots (c)$$

und sind also jene 3 Barometerstände P, P', P'' nebst der anfänglichen Temperatur ϑ bekannt, so findet man daraus, welche Temperaturveränderung ω der Dichtigkeitsänderung γ entspricht. Alles diese setzt indeß voraus, daß durch die Wände des Ballons keine Wärme verloren geht, ein Umstand, der zwar durch Beschleunigung der Condensation und schlechte Wärmeleitung der Materialien verringert, niemals aber ganz gehoben werden kann, und dadurch diese Versuche immer mehr oder weniger unsicher macht.

Bei einem der Versuche der HH. Clement und Desormes waren:

$$P = 0,^m 7665; P' = 0,^m 75269; P'' = 0,^m 76239$$

Lussac angenommenen Mittelzahl nur wenig unterscheidet. Es ist hier übrigens im Vorbeigehen zu bemerken, daß sich im pneumatischen Feuerzeug der Schwamm wahrscheinlich bei etwas niedriger Temperatur entzündet, als auf einem heißen Körper, weil im ersteren Falle die heiße Luft ihn nach allen Theilen plötzlich durchdringt, sonach keine Ableitung der Wärme Statt findet.

8. Die Temperatur der Luft in einer bestimmten Höhe der Atmosphäre läßt sich daher nun berechnen, wenn man den gefundenen Werth von $x = 0,0215$ in die oben (2) angegebene Formel setzt.

Es ist hier vorläufig zu bemerken, daß vorzüg-

und hiemit giebt die Formel (e)

$$\omega = 1,0321 ; \gamma = 0,01355$$

erstere GröÙe in Graden des 100theil. Thermometers ausgedrückt, und letztere auf die als Einheit angenommene Luftdichte D' bezogen. Nimmt man die Verdichtung γ als proportional den Temperaturerhöhungen an, welche innerhalb einer gewissen Gränze erlaubt ist, so hat man als deren Werth 0,01282 für $1^{\circ} \text{R.} = 1,025^{\circ} \text{C.}$ Das von Hrn. Reg. R. Prechtl gefundene Resultat ist freilich um 0,00868 größer, allein theils waren hier die Umstände nicht ganz dieselben (wie man aus S. 273 ersehen wird), theils auch, läßt sich bei diesen Versuchen wohl nie eine völlige Uebereinstimmung erwarten. Die Leser werden gewiß mit Vergnügen ersehen, worin sich die Methode unsers Hrn. Verfassers von denen der französischen Physiker unterscheidet. Eine abermalige Untersuchung dieses für die Theorie der Geschwindigkeit des Schalles wichtigen Gegenstandes ist durch Hrn. Gay-Lussac vorgenommen, wie man aus dem folgenden Aufsatz des Hrn. Poisson er-
sieht. P.

Gilb. Annal. d. Physik. B. 76, St. 5, J. 1824, St. 3.

S

lich dreierlei Einflüsse die gesetzmäßige Abnahme der Temperatur stören, und daher berücksichtigt werden müssen. Nämlich: 1) die Erwärmung der unteren Luftschichten durch die Sonne vermittelt der Erdoberfläche, wenn diese Erwärmung nicht anhaltend genug ist, daß sie bis zu großen Höhen ihre Wirkung erstreckt. Im letzteren Falle vertheilt sich durch die Strömungen aufwärts die Wärme in die oberen Schichten bis zu einer wahrscheinlich hoch liegenden Gränze, da bei Gay-Lussac's Luftfahrt das Thermometer in den größten Höhen noch Feuchtigkeit zeigte. So dehnt sich z. B. durch 20° R. die untere Luft um 0,093 aus, folglich etwas über viermal mehr, als diese Luft sich ausdehnen müßte, um sich um 1° R. zu erkälten. Folglich kann diese durch 20° R. unten ausgedehnte Luft in eine Höhe gebracht werden, wo das Thermometer etwas über 4° R. tiefer steht als unten, und sich um diese 4° R. erkälten, ohne ihr Volumen zu ändern. So hoch würde also in diesem Falle die Strömung Statt finden, wenn keine Wärme während des Aufsteigens abgesetzt würde. Da aber durch diese Wärmeabgabe die höheren Luftschichten wieder erwärmt sind, so geht die Verbreitung dieser Wärme immerfort aufwärts abnehmend im Verhältniß der Luftdichtigkeiten. Eine anhaltende untere Erwärmung der Luft ändert also das Gesetz der Wärmeabnahme bis zu bedeutenden Höhen nicht. Dies wird aber allerdings dann der Fall seyn, wenn die Temperatur, welche unten herrscht, ihre Wirkung nicht hoch genug erstrecken konnte, welches bei sehr großen Höhen immer der Fall seyn wird: daher in solchen Höhen die Temperatur in der

That niedriger seyn zu müssen scheint, als sie durch das in minderen Höhen Statt findende Wärmegesetz angegeben wird; weil die Temperatur des unteren Standpunktes, mit jener des höheren, auf welchen sich die äussere Erwärmung nicht mehr, oder nicht verhältnissmässig mehr erstreckt, nicht in der regelmässigen Beziehung steht.

Diese Ursache begründet wahrscheinlich hauptsächlich die Variationen in der Schneegränze unter derselben geograph. Breite. Denn setzen wir z. B. eine grosse, ebene oder nur mit niedrigen Gebirgen durchschnittenene Landfläche, welche durch hohe Gebirge gegen Nord und Nordost vor den kalten Winden geschützt ist: so wird dieses Land einen regelmässigen Sommer mit geringen Temperaturdifferenzen haben; die untere Erwärmung wird sich Monate lang ununterbrochen in die Höhe verbreiten, und die Schnee-gränze daher bedeutend über jene Höhe hinausrücken können, welche ihr nach Maafsgabe anderer Länder in dieser Breite zukommt.

9. Eine zweite Ursache, die das Gesetz der Temperaturabnahme stört, sind die Windstriche, welche in verschiedenen Höhen die Luft wärmer oder kälter machen, als sie ausserdem seyn würde. Ein Beispiel dieser Art findet sich in der bereits angeführten Luftreise des Hrn. Gay-Lussac. Bis zu einer Höhe von 1895 Klafter fand die regelmässige Temperaturabnahme Statt, und das Thermometer zeigte in dieser Höhe $8\frac{1}{2}^{\circ}$ C.; von hier ans stieg das Thermometer mit der Höhe, zeigte bei 1958 Klafter $10\frac{1}{2}^{\circ}$ C. und kam erst bei 2428 Klafter wieder auf $6\frac{1}{2}^{\circ}$ C., und erst bei 2832 Klaftern trat der Thermometerstand in

die regelmässige Abnahme zurück. Es zeigte sich hier also ein warmer Luftstrich, dem eine senkrechte Höhe von etwa 873 Klaftern zukam, und welcher die Temperatur der Luftschichten, die er einnahm, im Mittel um 3° R. erhöhte, wie aus der folgenden Tabelle erhellet, in welcher die berechneten Thermometerstände aus der im vorigen (§. 2.) angegebenen Formel hergeleitet worden sind.

Barometer- stand in Centim.	Höhe in Toisen.	Beobachtete Temperatur R.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
49,68	1893,9	6°,75	5°,89	+ 0,86
49,05	1938,2	8,5	5,5	+ 3,0
45,28	2314,8	7,0	3,21	+ 3,79
44,04	2428,8	6,5	2,45	+ 4,05
43,53	2467,2	5,75	2,24	+ 3,01
42,49	2566,3	4,75	1,68	+ 2,57
41,14	2702,7	3,5	0,68	+ 2,82
39,85	2831,7	2,0	— 0,11	+ 2,11
39,18	2889,4	0	— 0,51	+ 0,51

Man sieht hieraus, daß dieser Windstrich etwa in der Mitte seiner Höhe, bei 2428 Toisen, seine höchste Temperatur hatte, und diese Temperatur sich aufwärts schneller, abwärts langsamer verminderte, gerade wie es unter ähnlichen Umständen erfolgen mußte.

10. Die dritte Ursache, welche die Regelmässigkeit der Temperaturabnahme in der Atmosphäre stört, ist die auf den Berggipfeln und Bergrücken durch gemeinschaftliche Wirkung der Sonne und der stets wechselnden trockenen und dünneren Luft Statt fin-

dende Verdünnungskälte, welche nicht nur die benachbarten Luftschichten erkältet, sondern auch kältere Luftströme nach der Umgebung verursacht. Daher sind in der Regel die Berggipfel kälter als die Luft im Freien bei gleicher Höhe. Daher umziehen sich diese Höhen mit Nebel, während die entferntere Luft in gleicher Höhe heiter bleibt: indem die Luft aus gleichen und wärmeren Höhen durch die Windstriche an dieselben getrieben wird, setzt sie ihr Wasser als Nebel, Regen, Reif, Schnee oder Eis ab. Auf der genannten Lustreise fand Gay-Lussac die Temperatur 0 erst in einer Höhe von 5631 Metres (2889 Toisen) über *Paris*, oder in 2909 Toisen über dem Meere, obgleich diese Höhe die Schneegränze der *Pariser* Breite weit, und die Spitze des Mont-blanc um 2810 Fuß übertrifft.

11. Die Thermometerbeobachtungen des Herrn Gay-Lussac auf seiner zweiten ärostatischen Reise (am 16. September 1804) sind ganz geeignet, die Richtigkeit des oben angeführten Gesetzes sowohl, daß nämlich die Temperaturabnahme im Verhältnisse der Luftdichtigkeiten erfolge, als auch die Genauigkeit des für x gefundenen Werthes zu bestätigen, weil diese Beobachtungen, zumal in den größeren Höhen, von den angeführten Störungen frei sind.

Nachstehende Tabelle zeigt die Berechnung der Gay-Lussac'schen Beobachtungen, mit Weglassung derjenigen, welche bereits im Vorigen aufgeführt worden sind.

Barometer- stand in Centim.	Höhe in Toisen über Paris.	Beobachtete Temperatur o R.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
76,52	0	22°,25	—	—
55,81	1555,6	10,0	8,41	+ 1,59
51,43	1750,6	8,75	6,89	+ 1,86
49,68	1893,9	6,75	5,89	+ 0,86
41,41	2654,6	0,75	0,85	— 0,10
39,18	2889,4	0	— 0,51	+ 0,51
39,01	2911,6	0,5	— 1,07	+ 1,57
37,17	3099,3	— 2,5	— 1,74	— 0,76
36,96	3133,4	— 1,25	— 1,87	+ 0,62
36,70	3151,9	— 2,75	— 2,64	— 0,11
33,39	3532,0	— 5,5	— 4,04	— 1,46
32,88	3579,9	— 7,5	— 4,35	— 3,15

Nimmt man, um die Folgen der verhältnißmäßig ungleichen Erwärmung von unten nach oben (8.) zu beseitigen, von diesen Beobachtungen nur jene für die größten Höhen, und legt der Berechnung der ihnen zugehörigen Temperaturen, die bei dem Barometerstande von 39,18 Centim. beobachtete Temperatur von 0 R. zu Grunde, statt wie in der vorstehenden Tabelle die Temperatur an der Oberfläche der Erde; so erhält man folgende Werthe:

Barometer- stand	Höhen in Toisen.	Beobachtete Temperatur.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
39,18	2889,4	0°	0°	0°
39,01	2911,6	0,5	— 0,2	+ 0,7
37,17	3099,3	— 2,5	— 2,5	0
36,70	3151,9	— 2,75	— 2,9	— 0,15
33,39	3532,0	— 5,5	— 6,8	— 0,3
32,88	3579,9	— 7,5	— 7,5	0

Diese Vergleichen zeigen, daß die Differenzen zwischen der Beobachtung und Berechnung nicht größer sind, als die unvermeidlichen Fehler in der Beobachtung mit sich bringen, welche vorzüglich in dem Zurückbleiben des Thermometers beim Auf- oder Niedersteigen des Ballons ihren Grund haben. Man kann sonach das erwähnte Gesetz, welches dieser Rechnung zu Grunde liegt, als hinreichend bewiesen ansehen.

12. Aufser derjenigen Erwärmung, welche die Erdrinde als ein fester Körper durch die Sonne erhält, hängt also die mittlere Temperatur der Erdoberfläche vorzüglich von dem mittlern Drucke der Atmosphäre ab, weil die Erwärmungskraft der Sonne in der Luft von der Luftdichtigkeit bedingt wird. Gesetzt es befinde sich an einem Theile dieser Oberfläche, dessen mittlere Temperatur 10° R. bei 28" B. betrüge, ein Thal, dessen senkrechte Tiefe 4973 Klafter betrüge, oder in welchem das Barometer einen Stand von 88" hätte, so würde am Grunde dieses Thaies die mittlere Temperatur 80° betragen, indem kein Grund vorhanden ist, warum das durch die Erfahrung bewiesene Wärmegezet nicht eben so abwärts als aufwärts gelten sollte. Die in dieser Luft befindlichen Wasserdämpfe hätten die Dichtigkeit der Dämpfe von 28" B.; das Wasser würde aber erst bei etwa 109° R. zum Sieden kommen. Der Himmel würde in dieser Tiefe durch die von den dichteren Dämpfen und der dichteren Luft vermehrte Lichtzerstreuung kaum noch eine blaue Farbe haben, u. s. w. In einer Tiefe von 11290 Klaftern oder von etwa drei deutschen Meilen (bei einem Barometerstande von 577" VV.) würde die Luft die

Glühhitze (430° R.) erreichen; bei einer Temperatur von 10° R. an der Oberfläche der Erde. Aus diesem Grunde haben die Veränderungen des Barometerstandes an der Oberfläche der Erde auch Einfluß auf die Veränderungen der Temperatur: setzen wir z. B. das Barometer steige von 27" auf 28", so wird die untere Luft um $\frac{1}{8}$ dichter, folglich um $\frac{1}{8}$ $0,0215 = 1^{\circ}\frac{1}{2}$ R. erwärmt, und im Gegenfalle erkältet (wonn diese Temperaturänderung nicht durch andere Einflüsse wieder aufgehoben wird).

Durch das angegebene Gesetz der Temperaturabnahme in den verschiedenen Schichten einer Luftsäule läßt sich zugleich die Erwärmungsgröße bestimmen, welche durch die Luft erzeugt wird, wenn diese z. B. in einen tiefen Schacht von der Oberfläche der Erde einströmt, und die durch die untere Verdichtung frei werdende Wärme an die Umgebung absetzt. Betrachten wir ferner den gleichfalls nach dem Mariotte'schen Gesetze constituirten *physischen Zustand einer Wasserdampf-Säule von großer Höhe*, so finden wir, daß in derselben die Natur ein Mittel habe, in die Tiefen einer Spalte oder eines Schachtes von der Oberfläche der Erde aus die Wärme hinabzuführen, und wie in einem Herde bis zu den höchsten Hitzegraden zu concentriren. Auf der Betrachtung dieses Zustandes beruht die Erklärung der Vulkanität, wie ich sie im 5ten Bande der Jahrbücher des polytech. Instituts als Fortsetzung des vorstehenden Ansatzes gegeben habe.

III.

Ueber die Wärme der Gase und Dämpfe;

von

Hrn. Poisson *).

I.

Es sey ρ die Dichte eines Gases, ϑ seine Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers, p der Druck, den das Gas auf jede Flächeneinheit ausübt, oder das Maass seiner elastischen Kraft, so hat man

$$p = a\rho(1 + a\vartheta) \dots \dots \dots (1)$$

worin von den beiden Coëfficienten a und α , der erstere allen Gasarten gemein ist und 0,00375 beträgt; der zweite aber für jede Gasart besonders gegeben seyn muß. Die totale Wärmemenge, welche in einem gegebenen Gewichte dieses Gases, z. B. in einem Gramm enthalten ist, läßt sich nicht berechnen, wohl aber kann der Ueberschuß dieser Grösse über diejenige bestimmt werden, welche ein Gramm desselben Gases, unter einem willkürlich gewählten Druck und einer willkürlich gewählten Temperatur enthält. Bezeichnet man diesen Ueberschuß mit q , so wird derselbe eine Function von p , ρ und ϑ seyn, oder einfacher von p und ρ , weil diese 3 Grössen schon durch

*) Aus den *Annal. de Chim. et Phys.* Tom. XXIII. p. 337.

die obige Gleichung von einander abhängig sind; man hat also

$$q = f(p, \vartheta)$$

worin q diejenige Function bezeichnet, deren Form bestimmt werden soll.

Die specifische Wärme dieses Grammen Gases, ist die Wärmemenge, welche man demselben mittheilen muß um seine Temperatur ϑ um einen Grad zu erhöhen; sie wird nahe dem Ausdruck $\frac{dq}{d\vartheta}$ gleich seyn; man kann sie aber unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachten, nämlich: entweder den Druck p constant setzen und dem Gase die Freiheit lassen sich auszudehnen oder dessen Volumen constant erhalten, und voraussetzen, der Druck p wachse mit der Temperatur. Da man zufolge der Gleichung (1) hat:

$$\frac{d\vartheta}{d\vartheta} = - \frac{\alpha\vartheta}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad \frac{dp}{d\vartheta} = \frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta}$$

so folgt, daß wenn man durch c die specifische Wärme des Gases bei constantem Druck, und durch c_1 die specifische Wärme desselben bei constantem Volumen bezeichnet, man haben wird:

$$c = - \frac{dq}{d\vartheta} \cdot \frac{\alpha\vartheta}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad c_1 = \frac{dq}{d\vartheta} \cdot \frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad \dots \quad (2)$$

Bezeichnet man nun mit k das Verhältniß der ersten specifischen Wärme zur zweiten, setzt also:

$$\frac{c}{c_1} = k$$

so kann man schließen:

$$\vartheta \frac{dq}{d\vartheta} + kp \frac{dq}{dp} = 0 \quad \dots \quad (3)$$

Es ist a priori einzusehen, daß das Verhältniß k stets die Einheit übertreffen muß, denn man gebraucht offenbar mehr Wärme um die Temperatur eines Gases zu erhöhen, wenn dieses sich ausdehnt, als wenn seine Dichte constant bleibt; jedoch kann nur allein der Versuch den Werth der GröÙe k für die verschiedenen Gase kennen lehren, so wie die Abhängigkeit dieses Werthes von dem Drucke und der Dichte. Nach den im 12ten Buche der *Mécanique céleste* erwähnten Versuchen der HH. Gay-Lussac und Welter, ist die GröÙe für die nämliche Gasart nahe constant, und beträgt für völlig trockene atmosphärische Luft:

$$k = 1,3750$$

Setzt man nun voraus, daß k unabhängig sey von p und ϱ , so wird das Integral der Gleichung (3) folgendes:

$$q = f\left(\frac{p^k}{\varrho}\right) \dots \dots \dots (4)$$

wo f die willkührliche Function bezeichnet. Man schließt hieraus:

$$p = \varrho^k \varphi q$$

und vermöge der Gleichung (1)

$$1 + a\vartheta = \frac{1}{a} \varrho^{k-1} \varphi q$$

worin φ eine andere Function bezeichnet. Wenn die GröÙe q ihren Werth behält, aber p , ϱ , ϑ in p' , ϱ' , ϑ' übergehen, so wird man haben:

$$p = \varrho'^k \varphi q ; 1 + a\vartheta' = \frac{1}{a} \varrho'^{k-1} \varphi q$$

und wenn man $q q$ eliminirt und erwägt, daß
 $\frac{1}{\mu} = 266^{\circ},67$, so kommt

$$\left. \begin{aligned} p' &= p \left(\frac{\varrho'}{\varrho} \right)^k \\ \vartheta' &= (266^{\circ},67 + \vartheta) \left(\frac{\varrho'}{\varrho} \right)^{k-1} - 266^{\circ},67 \end{aligned} \right\} \dots (5)^*)$$

*) Die erste dieser beiden Formeln drückt, wie man sieht, eine interessante Erweiterung des bekannten Mariotte'schen Gesetzes aus. Statt daß nämlich, bei gleichbleibender Temperatur, die Volumina eines jeden beliebigen Gases im einfachen und umgekehrten Verhältnisse zu den drückenden Kräften (oder zu den ihnen gleichen Elasticitäten der Gase) stehen, findet zwischen diesen Größen, wenn keine Wärme bei der Compression entweicht, die Relation Statt, so daß die Elasticitäten sich umgekehrt verhalten, wie eine gewisse Potenz der Volumina. Für die atmosphärische Luft beträgt deren Exponent $\frac{1}{2}$, und folglich verhalten sich bei dieser die Elasticitäten *nahs* wie die Quadratwurzeln aus den Kuben der Volumina. Vorausgesetzt daß keine Wärme entwich und die Luft völlig trocken war. Durch die Versuche des Hrn. Haycraft, in dem folgenden Aufsatze, ist es sehr wahrscheinlich gemacht, daß die Größe k , oder der eben erwähnte Exponent, für alle Gase gleich sey, und folglich für alle 1,375 betrage. Ob dieß noch eine Einschränkung erleidet, müssen kommende Versuche entscheiden.

Die zweite Formel giebt, wenn die Dichtigkeiten vor und nach der Compression nebst der ursprünglichen Temperatur bekannt waren, die Temperatur, welche durch die Compression erzeugt wird. Statt des Verhältnisses der Dichtigkeiten läßt sich, wie leicht zu ersehen, auch das umgekehrte der Volumina setzen. Will man aber die Dichtigkeiten durch die Elasticitäten ersetzen, so nimmt die Formel die Gestalt an:

$$\vartheta' = (266^{\circ},67 + \vartheta) \left(\frac{p'}{p} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 266^{\circ},67$$

Die Gleichung (5) enthält die Gesetze der Elasticität und der Temperatur der Gase, wenn sie ohne Veränderung ihrer Wärmemenge zusammengedrückt oder ausgedehnt werden; dies würde Statt finden, entweder wenn die Gase in Gefäßen enthalten wären, welche der Wärme keinen Durchgang gestatteten, oder die Zusammendrückung, wie bei dem Schalle, so rasch geschähe, daß der Verlust an Wärme als Null betrachtet werden kann. Wenn z. B. in dem pneumatischen Feuerzeuge das Volumen der Luft plötzlich von 5 auf 1 zurückgeführt wird, so hat man $\varrho' = 5\varrho$, und dadurch findet sich vermittelt des obigen Werthes von k :

$$\vartheta' - \vartheta = 221^\circ + (0,83) \vartheta$$

woraus man sieht, daß die Erhöhung der Temperatur, um so größer ist, als die ursprüngliche Temperatur selbst mehr erhöht war; für $\vartheta = 0$ hat man $\vartheta' = 221^\circ$, eine Temperatur, welche die Physiker als

in dieser liefert sie die Lösung der interessanten Aufgabe, über das Verhältniß zwischen der Elasticität und der Temperatur in einer Luftsäule, die plötzlich vertikal gestellt wird, und zuvor in horizontaler Lage, überall eine gleiche Temperatur und Elasticität besaß.

Man sieht überdies, daß die correspondirenden Aenderungen der Dichte und der Temperatur sich nicht proportional sind, und daß ihre gegenseitige Abhängigkeit von der Initialtemperatur bedingt wird, so daß in dem Maaße, wie diese größer oder kleiner war, auch die aus gleichen Condensationen erfolgenden Temperaturen mehr oder weniger erhöht sind. Dies erklärt denn auch zum Theil den Unterschied zwischen den Resultaten des Hrn. Reg. R. Prechtl und den der HH. Clement und Deformes. P.

hinreichend ansehn, um den Feuerschwamm in der verdichteten Luft zu entzünden.

Eliminirt man q aus der Gleichung (4) mittelst der Gleichung (1), so hatman:

$$q = f (ap^{\frac{1}{k}-1} (1 + a\vartheta))$$

Um hier die willkürliche Function f zu bestimmen, ist es nöthig eine neue Hypothese zu machen. Die von Hrn. Laplace im 12ten Buche der *Mécaniq. céleste* angenommene, besteht in der Voraussetzung, daß die Anwüchse der Wärmemenge eines Gases, proportional sind, denen seiner Temperatur.

Dies erfordert, daß die Function, in Bezug auf die Variable, welche sie einschließt, vom ersten Grade sey; und weil

$$a = \frac{1}{266,67}$$

hat man alsdann:

$$q = A + B (266,67 + \vartheta) p^{\frac{1}{k}-1} \quad . \quad . \quad (6)$$

worin A und B zwei willkürliche Constanten sind. Die specifischen Wärmen c und c_p sind alsdann:

$$c = B p^{\frac{1}{k}-1} ; \quad c_p = \frac{1}{k} B p^{\frac{1}{k}-1}$$

Diese hängen nicht von der Temperatur ϑ ab, und werden für jeden Druck bekannt seyn, wenn sie für einen bestimmten Druck gegeben waren. Die HH. Laroche und Berard geben $c = 0,2669$ für Luft unter dem Druck von $0^m,76$; wobei die specifische Wärme eines gleichen Gewichtes an Wasser zur Einheit angenommen ist. Nennt man P den Druck, welcher der Barometerhöhe $0^m,76$ entspricht, so hat man:

$$0,2669 = BP^{\frac{1}{k}-1}$$

woraus im Allgemeinen:

$$c = 0,2669 \left(\frac{P}{p} \right)^{1-\frac{1}{k}}$$

und der Werth von c , leitet sich aus dem von c ab, wenn man ihn durch k dividirt. Da diese Gröſſe k die Einheit übersteigt, so sieht man, daß die specifische Wärme eines Grammen Luft, und im Allgemeinen eines jeden Gases, sich vergrößert, wenn die elastische Kraft p abnimmt.

Bezeichnet man durch m die Wärmemenge, welche ein Gramm Luft verliert, wenn dessen Temperatur um n Grade erniedrigt wird, der Druck aber constant bleibt, so hat man:

$$m = n (0,2669) \left(\frac{P}{p} \right)^{1-\frac{1}{k}}$$

Bei gleichem Volumen und bei derselben ursprünglichen Temperatur, wird das Gewicht der Luft (was unter dem Druck $p = 1$ Gramm betrug (P)) unter dem Druck p' , zu $\frac{p'}{p}$ Gramm, und nennt man m' den Wärmeverlust dieses zweiten Volumens für die nämliche Temperaturerniedrigung, so hat man:

$$m' = \frac{np'}{p} (0,2669) \left(\frac{P}{p} \right)^{1-\frac{1}{k}}$$

woraus man schließt:

$$\frac{m'}{m} = \left(\frac{p'}{p} \right)^{\frac{1}{k}} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (7)$$

als das Verhältniß der Wärmeverluste, welche das

nämliche Volumen Luft unter verschiedenem Drucke erleidet.

II.

Hr. Laplace, aus dessen *Mécanique céleste* livr. XII. die Formeln (6) und (7) entlehnt sind, hat die ersten von diesen auch auf den Wasserdampf angewandt. Dies setzt voraus, 1) daß wenn ein Gramm Wasserdampf gebildet ist und diesem weder mehr hinzugefügt wird, noch sich etwas von demselben niederschlägt, das Verhältniß der specifischen Wärme unter constantem Druck zu derjenigen bei constantem Volumen, ein unveränderliches sey; 2) daß die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um bei constantem Druck die Temperatur eines Grammen Wasserdampf um eine beliebige Anzahl von Graden zu erhöhen, proportional sey dieser Anzahl. Nimmt man dieses an; nennt C die erforderliche Wärmemenge um unter dem Druck $0^m,76$ und der Temperatur 100° einen Gramm Wasser, welcher anfangs die Nulltemperatur befaß, in Dampf zu verwandeln; bezeichnet mit Q die Wärmemenge, welche zur Verdampfung desselben Grammes Wasser, bei der Temperatur ϑ und dem Druck p erfordert wird; bezeichnet mit γ die specifische Wärme des Wasserdampfes unter dem Drucke $0^m,76$, und ersetzt endlich in der Gleichung (6) den Druck p durch die Barometerhöhe $= h$, welche ihm zum Maasse dient, so muß diese Formel geben: $Q = C$ wenn $h = 0^m,76$ und $\vartheta = 100^\circ$; so wie $\frac{dq}{d\vartheta} = \gamma$ wenn $h = 0^m,76$. Bestimmt man also, diesen Bedingungen gemäß, die

beiden willkürlichen Constanten, welche die Formel enthält, so wird diese:

$$Q = C + \gamma \left\{ (266,67 + \theta) \left(\frac{0^{\text{m}}.76}{h} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 366,67 \right\} . . (8)$$

Es wäre zu wünschen, daß die Genauigkeit dieser Formel durch Versuche geprüft, und die 3 Constanten C , γ und k mit Schärfe bestimmt würden.

Nimmt man die specifische Wärme eines Grammen Wassers, oder die Wärmemenge, welche erforderlich ist um seine Temperatur um einen Grad zu erhöhen, zur Einheit an, so hat man beiläufig, wenn man das Mittel der von mehreren Physikern gefundenen Werthe nimmt:

$$C = 650$$

Nach Hrn. Laroche und Berard hat man gleichzeitig:

$$\gamma = 0,8470$$

wenn gleich sie diesen Werth von γ mit keiner grossen Sicherheit gegeben haben, so darf man doch annehmen, daß er sich nicht sehr von der Wahrheit entferne, und kann ihn so lange anwenden, bis er durch fernere Versuche abgeändert wird. Hinsichtlich der Grösse k kennen wir noch keine directen Versuche, welche zu deren Festsetzung dienen könnten; einen genäherten Werth derselben kann man indess aus einer sehr wichtigen Bemerkung ableiten, welche von mehreren Physikern, und besonders von Hrn. Clement und Deformes gemacht wurde.

Dieser Bemerkung zufolge ist die Wärmemenge, welche in einem Gramm Wasserdampf enthalten, sobald der Raum mit diesem völlig gesättigt ist, nahe die

nämliche für alle Temperaturen; so daß, wenn man in dem Werthe von Q , folgeweise statt ϑ verschiedene Werthe setzt, und gleichzeitig statt h die, diesen Temperaturen entsprechenden, Maxima der Dampfspannung substituirt, die Größe Q nahe constant bleiben muß. Für $\vartheta = 100^\circ$ ist die Spannung des Dampfes im Maximo $h = 0^m,76$, und diese Werthe von ϑ und h machen in dem Werthe von Q den Coëfficienten von γ zu Null. Bezeichnet man durch H die Spannung des Dampfes, welche den Raum bei der Temperatur ϑ sättigt, so muß dieser nämliche Coëfficient noch ebenfalls nahe Null seyn, wenn man in diesem H , statt h setzt, welchen Werth auch ϑ haben mag. Wir besitzen also die genäherte Gleichung:

$$(266,67 + \vartheta) \left(\frac{0,76}{H} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 366,67 = 0 \quad (9)$$

aus welcher man den Werth von k ziehen kann, sobald man ϑ einen beliebigen Werth giebt, für welche das correspondirende H durch Beobachtung bestimmt ward. So z. B. hat man nach der aus den Versuchen von Dalton *) abgeleiteten Tafel $H = 0^m,088742$, wenn $\vartheta = 50^\circ$, mittelst welcher Werthe die vorhergehende Gleichung giebt:

$$\frac{k-1}{k} = 0,0683 \text{ und } k = 1,073$$

Gebraucht man Werthe von H , die andern Werthen von ϑ zwischen 0° und 100° entsprechen, so findet

*) Biot's. *Traité de Physiq.* Tom. I. 531. (*Annal. d. Phys.* B. 15. S. 8). P.

man Werthe von k , die kaum um 0,01 grösser, oder um 0,005 kleiner sind als dieser. Wir halten uns daher an diesen Werth von k , und wenn wir neben ihm auch noch die obigen Werthe von C und γ in der Formel (8) substituiren, so kommt:

$$Q = 650 + (0,847) \left\{ (256,67) \left(\frac{0^m,76}{h} \right)^{0,0683} - 366,67 \right\}; (10)$$

Die Anwendung dieser Formel auf Temperaturen, die weit von 100° entfernt sind, zeigt uns, ob in der That für den Fall der Sättigung, oder wenn $h = H$, der Werth von Q nahe constant sey. Nun hat man $H = 5^m,059$ für $\vartheta = 0^\circ$, und dies giebt $Q = 658$; für $\vartheta = -19^\circ,59$ fand Hr. Gay-Lussac $H = 1^m,3718$, und danach giebt die Formel $Q = 662$; für $\vartheta = 140^\circ$ stimmen mehrere Physiker darin überein, H einen Werth zu geben, der nahe der 4fache von dem bei 100° oder von $0^m,76$ ist, und daraus folgt $Q = 653$; endlich ist nach Hrn. Christian für $\vartheta = 170^\circ$ der Werth von H nahe dem Doppelten des vorigen gleich, oder nahe gleich $8 \times 0^m,76$, und dies giebt $Q = 661$.

Man sieht also, daß die Werthe von Q nicht sehr von einander abweichen, obgleich sie ein Temperaturen-Intervall von nahe 200° begreifen, und der Dampf von einer fast unmerklichen Spannung bis zu einer Spannung von nahe 8 Atmosphären übergang. Dieses Resultat rührt daher, daß die GröÙe k , beim Wasserdampfe, nur um ein sehr Geringes die Einheit übertrifft. Man darf indess diese Verhältnisse nicht durchaus der Eins gleich setzen, wie wir auch schon oben erwähnten. Man darf auch nicht vergessen, daß die GröÙe Q nur für den Fall der Maxima des Dam-

pfes als constant angesehen werden kann. Wenn der Raum nicht mit Dampf gesättigt ist, so verändert sich der, durch die Gleichung (10) gegebene, Werth von Q mit h und mit ϑ . Die specifische Wärme des Dampfes hängt nur von h ab, und wenn man diejenige für constanten Druck mit c bezeichnet, so hat man:

$$c = (0,847) \left(\frac{0^m,76}{h} \right)^{0,0683}$$

Die specifische Wärme für constantes Volumen ist gleich dem Quotienten dieser Gröfse c dividirt durch 1,073.

Mitteltst des Werthes von h zieht man aus der Gleichung (9)

$$H = (0^m,76) \left(\frac{266,67 + \vartheta}{366,67} \right)^{14,65}$$

Wäre diese Gleichung genau, d. h. wäre die Gröfse Q in aller Strenge constant, so würde diese Formel die Spannung des Dampfes in Function seiner Temperatur ausdrücken; allein obgleich Q nur sehr wenig veränderlich ist, so weicht dennoch der durch diese Formel ausgedruckte Werth von H , bei hohem Drucke, sehr stark von der Beobachtung ab, denn z. B. für $\vartheta = 170^\circ$ giebt dieselbe H einen Werth von 13 Atmosphären, statt 8. Auch für Temperaturen unter 100° stellt diese Formel nur unvollkommen die Werthe von H dar.

Der Dampf mag nun auf seinem Maximum seyn oder den Raum nicht völlig sättigen, so giebt die Gleichung (1), welche sowohl auf Dämpfe als auf permanente *) Gasarten anwendbar ist, dennoch stets die

*) Daß nach den interessanten Versuchen der Hrn. Davy und

Dichte ρ des Dampfes, sobald seine Spannung h und seine Temperatur ϑ bekannt sind. Nennt man D die Dichte des Dampfes bei 100° und unter dem Druck $0^m,76$, so schließt man daraus:

$$\rho = \frac{Dh}{0^m,76} \cdot \frac{366,67}{266,67 + \vartheta}$$

Das Gewicht eines Litre trockner Luft bei der Temperatur von 100° und unter dem Druck von $0^m,76$ ist gleich $0,945$ Gramm. Das, eines Litre Wasserdampfes ist $\frac{1}{8}$ des ersteren oder gleich $0,59$ Grm., folglich hat das Gewicht eines Volumen v von Wasserdampf, dessen Temperatur ϑ und dessen Spannung h ist, einen Werth von:

$$\frac{vh}{0^m,76} \cdot \frac{187^r,33}{266,67 + \vartheta}$$

den Cubikdecimeter dabei als Volumenseinheit angenommen. Nennt man nun V die Wärmemenge, welche nöthig ist, um diese Dampfmenge zu bilden, wenn das Wasser ursprünglich die Null-Temperatur besaß, so wird V das Produkt aus dieser Grammenanzahl und der GröÙe Q seyn, welche durch die Gleichung (10) gegeben ward, so daß man hat:

Faraday der Unterschied zwischen den Dämpfen und Gasarten, streng genommen, völlig verschwunden ist, muß jedem einleuchtend seyn. Der Hr. Verfasser schrieb indeß den gegenwärtigen Aufsatz wahrscheinlich vor Bekanntwerdung jener Versuche, und überdies wird man, ungeachtet derselben, die beiden Ausdrücke: Dampf und Gas, mit eben dem Recht in der Physik beibehalten, als man sich in der Chemie, nach Darstellung des Kaliums, noch stets der Unterscheidungen von Erden, Alkalien und Metalloxyden bedient. P.

$$V = \frac{h\vartheta}{0^{\text{m}},76} \cdot \frac{187,33}{266,67 + \vartheta} \cdot Q$$

Die Einheit, auf welche sich dieser Werth von V bezieht, ist die Wärmemenge, welche erfordert wird um die Temperatur eines Grammen Wassers um einen Grad (des 100theiligen Thermometers (d. H.)) zu erhöhen, welche Gröfse, wie man weiß, das 75 fache derjenigen beträgt, die zur Schmelzung eines Grammen Eis von der Temperatur Null erfordert wird. Nimmt man also die letztere Gröfse zur Einheit an, so muß man den Ausdruck von V mit der Zahl 75 multipliciren.

In den Dampfmaschinen, in welchen man den Dampf im Zustand seines Maximums anwendet, varriert die Gröfse Q nicht merklich; das Verhältniß von V zu h oder der nützlich angewandten Wärme zu dem auf den Stempel ausgeübten Druck, steht folglich, alles Uebrige gleichgesetzt, im umgekehrten Verhältnisse von $266,67 + \vartheta$. Diefes Verhältniß wird also in dem Maafse kleiner seyn, als die Temperatur ϑ des Dampfes mehr erhöht war, und folglich wächst der Verbrauch an Wärme weniger schnell, als die erzeugte Kraft. Die Ersparung des Brennmaterials, welche hieraus zu Gunsten der Maschinen mit hohem Druck hervorgeht, ist indess weit entfernt, derjenigen zu entsprechen, welche die Erfahrung anzugeben scheint, und man ist daher genöthigt den Vorthail, welche diese Maschinen darbieten, entweder in einem geringeren Wärmeverlust oder in anderen Umständen, in Bezug auf deren Construction, zu suchen.

III.

Man nehme an, daß man z verschiedene Gase

habe, von gleicher Temperatur ϑ und unter gleichem Druck p , deren Volumina aber v und v' seyn. Wenn man dieselben in einem Gefäße, dessen Capacität gleich $v + v'$ ist, über einander schichtet, so ist klar, daß dieselben sich das Gleichgewicht halten können, da sie gleichen Druck gegen einander ausüben. Dies Gleichgewicht ist aber kein stabiles. Die Erfahrung zeigt, daß die Gase sich allmählig durchdringen, bis sie völlig mit einander gemengt sind, auch lehrt dieselbe, daß bei diesem Vorgange weder Verlust noch Absorbition von Wärme Statt findet, so daß man nach einer gewissen Zeit ein homogenes Gemenge hat, in welchem das Verhältniß der beiden Gase überall das nämliche ist und überall ein gleicher Druck p und eine gleiche Temperatur ϑ herrscht. Aus diesen durch die Beobachtung erwiesenen Thatfachen kann man ein anderes Resultat ableiten, welches die Beobachtung gleichfalls bestätigt.

Wenn man zwei mit einander gemengte Gase besitzt, die bei der Temperatur ϑ das Volumen v füllen, und man mit p und p' den Druck bezeichnet, welchen jedes für sich getrennt, bei der nämlichen Temperatur ϑ und in dem Volumen v , ausüben würde, so wird der Druck des Gemenges seyn $= p + p'$. Denn nimmt man zuvor an, die beiden Gase seyen getrennt, und p' größer p , so wird, wenn man das Gas von dem Druck p' , ohne Veränderung der Temperatur, ausdehnt, bis daß der Druck gleich p ist, das Volumen desselben seyn:

$$v \frac{p'}{p}$$

und nimmt man darauf an, die beiden Gase werden in einem Gefäße übereinander geschichtet, dessen Volumen:

$$v + \frac{vp'}{p} \text{ oder } \frac{v}{p} (p + p')$$

ist, so werden sich, nach dem eben Gesagten, die Gase ohne Veränderung der Wärmemengen, und man wird ein homogenes Gemenge von der Temperatur ϑ und dem Drucke p besitzen. Nun läßt sich das Mariott'sche Gesetz eben sowohl auf Gasgemenge wie auf einfache Gase anwenden, und wenn man also das Gemenge, ohne seine Temperatur ϑ zu verändern, zusammendrückt, bis sein Volumen $\frac{v}{p} (p + p')$ zu v geworden, so wird der Druck p in $p + p'$ übergehen, welches zu beweisen hier eben Absicht war. Dasselbe Princip findet auch für 3 Gase Statt, oder für jede beliebige Anzahl derselben, die mit einander gemengt werden, so wie auch für die Mischungen aus Gas und Dampf. Der Druck des Gemenges wird immer gleich seyn der Summe der Drucke, welche diese Gase oder Dämpfe für sich allein, bei gleicher Temperatur und unter dem Volumen des Gemenges, ausüben. Man kann im 12ten Buche der *Mécanique céleste* sehen, wie Hr. Laplace dies Princip aus Hypothesen abgeleitet hat, die er über die Wärme und Wärmestrahlung der Gase machte. Wir haben hier nur zur Absicht, die Verbindung dieses Principes mit einer andern Thatfache zu zeigen, welche wir früher erwähnten.

Es seyen nämlich n und n' die Grammenzahl zweier verschiedener Gase, welche mit einander ge-

menget bei der Temperatur ϑ und unter dem Druck p das Volumen v füllen. Man bezeichne durch o und c' die specifischen Wärmen eines Grammen dieses Gases, unter dem constanten und p gleichen Druck, so wie durch c'' die specifische Wärme eines Gemenges unter demselben Druck; dann hat man:

$$(n + n') c'' = nc + n'c' \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Denn setzt man voraus, die Gase seyen, statt mit einander gemeugt, nur übereinander geschichtet, so daß sie unter dem Drucke p und bei der Temperatur ϑ des Gemenges, von dem ganzen Volumen v nur die getrennten Antheile u und u' einnehmen; so wird nach dem eben Gesagten die Wärmemenge die nämliche seyn in den gemengten und in den übereinander geschichteten Gasen. Diese Gleichheit der Wärmemenge wird auch alsdann noch Statt finden, wenn man die Temperatur ϑ der Gase oder ihres Gemenges um einen Grad erhöht, und man muß zu dieser Erhöhung dem Gemenge die Wärmequantität $(n + n') c''$ und den getrennten Gasen die Quantitäten nc und $n'c'$ mittheilen. Die erste GröÙe muß daher der Summe der beiden letzten gleich seyn, wie es die Gleichung (11) giebt, welche man leicht auf jede beliebige Anzahl von Gasen oder Dämpfen anwendet. Eben so giebt diese die specifische Wärme des Gemenges, wenn die jedes einzelnen dasselbe zusammensetzenden Gases oder Dampfes bekannt ist, und umgekehrt kann man sich derselben bedienen, um die specifische Wärme eines Bestandtheiles zu finden, wenn die aller übrigen und die des Gemenges gege-

ben ward. Auf diese Art haben die Hrn. la Roche und Berard die specifische Wärme des mit Luft gemengten Dampfes bei der Temperatur von 39° und dem Druck $0^{\text{m}},76$ bestimmt, und da sie überdies die Grammenanzahl der trocknen Luft und des Dampfes, welche in dem Gemenge enthalten waren, kannten, so wie die specifische Wärme der trocknen Luft unter demselben Druck, so konnten sie daraus die specifische Wärme des Wasserdampfes ableiten, welche sich auch auf den Druck von $0^{\text{m}},76$ bezog und nicht auf die besondere Spannung des Dampfes, was diese Physiker unentschieden ließen *).

Diese specifische Wärme des Wasserdampfes macht den Werth der Gröſſe γ aus, deren wir im vorigen Paragraph erwähnten.

Die Gleichung (11) findet auch alsdann noch eine Anwendung, wenn man die specifischen Wärmen für constanten Druck, c, c', c'' durch die ihnen entsprechenden specifischen Wärmen für constantes Volumen ansetzt; d. h. wenn man letztere mit c_1, c'_1 und c''_1 bezeichnet, so hat man auch:

$$(n + n') c'' = nc_1 + n'c'_1$$

Sind nun k, k', k'' die Verhältnisse, von c zu c_1 ; von c' zu c'_1 ; und von c'' zu c''_1 , so hat man:

$$c = kc_1 ; c' = k'c'_1 ; c'' = k''c''_1$$

*) Annal. de Chim. T. XXX. p. 132.

und dann schließt man, aus der Gleichung (11) und der vorherigen:

$$k'' = \frac{nk c_1 + n' k' c_1'}{nc_1 + n' c_1'}$$

Nun hat man aus dem ersten Paragraph gesehen, daß wenn die Verhältnisse k und k' in Bezug auf 2 Gase ungleich sind, die Größen c_1 und c_1' durch verschiedene Potenzen des Druckes p ausgedruckt werden, und daraus folgt, daß das Verhältniß k'' in Bezug auf ein Gemenge nicht unabhängig ist, von p . Das Verhältniß der specifischen Wärmen bei constantem Druck und bei constantem Volumen, welches für das nämliche einfache Gas als constant, aber für jedes Gas verschieden, vorausgesetzt ward, kann demnach für ein Gemenge aus zwei oder mehreren einfachen Gasen, oder Gasen und Dämpfen, nicht mehr constant seyn, und wenn also dies Verhältniß sich bei den über die atmosphärische Luft unter verschiedenen Drucken angestellten Versuchen als constant gezeigt hat, so war dies nur scheinbar, weil der Werth desselben für das Sauerstoffgas und das Stickgas, aus welchen die atmosphärische Luft besteht, nahe gleich ist. Nimmt man an, daß dies Verhältniß sowohl für Wasserdampf als für trockene atmosphärische Luft beständig ist, so wird der Werth desselben für diese beiden Fluida sehr verschieden, und kann demnach für feuchte Luft nicht mehr beständig seyn, wenigstens dann nicht, wenn das Verhältniß des Wasserdampfes irgend beträchtlich ist. Dieser Bemerkung zufolge

lassen sich die in dem ersten Paragraph aufgestellten Formeln, nicht zugleich auf einfache Gase und auf Gemenge von Gasen oder Dämpfen anwenden, weil sie auf die Unveränderlichkeit des eben erwähnten Verhältnisses gegründet sind.

IV.

Ueber die specifische Wärme der Gase;

VON

Hrn. W. T. HAYCRAFT *).

Die Versuche, welche ich gegenwärtig der K. Gesellschaft vorlege, sind Wiederholungen derjenigen, welche ich vor mehreren Monaten in der Absicht unternahm, die specifische Wärme der Gase zu bestimmen. Von der Wichtigkeit des Gegenstandes überzeugt, sparte ich keine Mühe meine Untersuchung weiter zu verfolgen, und deshalb hielt ich gern meine ersten Versuche so lange zurück, bis ich dem Publikum eine neue Reihe derselben vorlegen konnte, die größeres Zutrauen verdiente. Der Apparat, dessen ich mich bei den letzteren Versuchen bediente, war darauf berechnet, mit größeren Gasquanten zu arbeiten, wie bei dem früheren, und da ich jede erforderlich scheinende Vorsicht anwandte, so werden diese Versuche gewiss ein entscheidenderes Resultat gegeben haben, als jene. Dessenungeachtet sind in den hauptsächlichsten Punkten die Resultate genau dieselben. Ich kann daher mit Recht behaupten, daß die Schlüsse, zu welchen ich durch die früheren Experimente geführt wurde, genau die umgekehrten von denen sind, welche ich erwartet hatte, und daß sie

*) Aus den Transact. of the roy. Soc. of Edinb. Vol. X. p. 195.

zu gleicher Zeit den Lehren von Black und Crawford, welchen ich bis zu einem gewissen Grade Glauben beimaß, gänzlich entgegengesetzt sind.

Bevor ich jedoch weiter ins Einzelne gehe, wird es nöthig seyn die Methoden zu berühren, welche frühere Experimentatoren bei diesen Untersuchungen anwandten, und die Punkte zu bezeichnen, welche ich als die Ursachen der Irrthümer in ihren Schlüssen ansehe. Unter allen diesen Methoden ist keine elegantere, als die von Hrn. Professor Leslie angewandte. Da jedoch nach dessen eigenem Urtheile die Resultate nicht mit einander übereinstimmen, so scheint eine Beschreibung derselben unnöthig zu seyn. Dr. Crawford's Methode besteht darin, zwei verschiedene Gase (die zuvor durch Berührung mit Chlorcalcium ihres Wassergehaltes beraubt wurden) in zwei Gefäßen von gleicher GröÙe und gleichem Gewichte einzuschließen, und nachdem diese durch eine sehr sinnreiche Vorrichtung genau bis zu einer und der nämlichen Temperatur erhitzt waren, sie beide gleichzeitig in zwei andere GefäÙe zu tauchen, welche Wasser von einer niedrigeren Temperatur enthielten und ebenfalls an Gestalt, GröÙe und Gewicht einander gleich waren. Mittelft genau gearbeiteter Thermometer maass er nun die durch die beiden Gase erzeugte Temperaturerhöhung und bestimmte dadurch die specifischen Wärmen derselben.

Ich sehe, abgerechnet dafs die Gasmengen nicht beträchtlich genug waren, um die Resultate mit hinlänglicher Genauigkeit zu geben, in der Methode selbst, keine Unvollkommenheiten.

Dieser Mangel ist bei der von den Hrn. de La Roche und Berard angewandten Methode völlig beseitigt. Ihr Apparat bestand aus einer Wasserfäule, die so regulirt ward, daß sie beständig einen gleichen Druck auf die in einem verschlossenen Gefäße befindliche Luft ausübte, und letztere, angetrieben durch das Gewicht des auf ihr lastenden Wassers, drückte auf die Außenseite einer Blase, welche das Gas enthielt, dessen Capacität bestimmt werden sollte. Aus dieser Blase ward das Gas durch den Calorimeter getrieben, d. h. durch eine spiralförmige Röhre, die in einem mit Wasser von einer niederen Temperatur gefüllten Gefäße enthalten war. Ehe jedoch das Gas in den Calorimeter eintrat, ward dasselbe durch eine besondere Vorrichtung bis zur Temperatur des siedenden Wassers erhitzt. Nachdem es den Calorimeter verlassen hatte, ward es mittelst Hähne in eine andere Blase geführt, und aus letzterer auf gleiche Weise wie aus der ersten wieder ausgetrieben. Durch diese wechselseitige Bewegung konnten die HH. de La Roche und Berard in jeder Minute 225,2 Kubikzoll eines bis zur Siedhitze erwärmten Gases, durch den Calorimeter treiben. Die letzterem mitgetheilte Temperatur ward durch ein Thermometer gemessen, und aus vergleichenden Versuchen die Capacität der verschiedenen Gase abgeleitet.

Die letztere Methode ist in so weit der des Dr. Crawford überlegen, als sie erlaubte größere Gas-mengen anzuwenden. In anderer Hinsicht steht sie weit unter dieser, da die Versuche, streng genommen, nicht vergleichend waren. Die atmosphärische Luft, welche der Vergleichung zur Grundlage diente,

wurde dem Versuch unterworfen und die Resultate desselben angemerkt. Die übrigen Gasarten wurden, zu verschiedenen Zeiten, bei verschiedenen Temperaturen des umgebenden Mittels, und unter verschiedenem barometrischen Druck untersucht. Diese Anordnung verwickelte in endlose und schwierige Rechnungen, um die stattgehabten Differenzen zu verbessern. Die größte Unvollkommenheit dieser Versuche bestand aber darin, daß man vernachlässigte, die Gase, vor ihrer Untersuchung, von ihrem Wassergehalte zu befreien. Der Apparat selbst liefs dieses nicht zu, weil das bei dem Verfahren angewandte Wasser das Gas und den ganzen Apparat nothwendig in einem Zustande von Feuchtigkeit erhielt. Ueberdies wurde diese große Fehlerquelle noch ansehnlich durch die hohe Temperatur vermehrt, der die Gase ausgesetzt waren, indem letztere hiedurch sich mit noch mehr Wasserdämpfen beladen mußten, wie bei der gewöhnlichen Temperatur. Aus diesem Gesichtspunkt betrachtet, kann man annehmen, daß durch die Versuche der HH. de La Roche und Berard wohl die Wärmecapacitäten für die verschiedenen Gase, in ihrem beim Siedepunkt mit Wasser vereinigten Zustand, bestimmt wurden, keinesweges aber dieselbe für die Gase im trocknen Zustand und bei der gewöhnlichen Temperatur.

Der Apparat, den ich jetzt beschreiben werde, wird, wie man vielleicht finden mag, die Vorzüge dieser beiden Methoden vereinigen und frei von ihren Mängeln seyn.

Er besteht aus zwei hohlen Cylindern von Messing (Fig. 1), von denen jeder einen Stempel ein-

schließt, die beide durch Hebel von gleicher Länge an einer Welle befestigt sind. An der Spindel befindet sich noch ein dritter in einen Handgriff auslaufender Hebel, um sie durch einen Gehülsen bewegen zu lassen. Die Cylinder sind an beiden ihrer Enden verschlossen, ausgenommen da, wo die zum Fortführen des Gases bestimmten Röhren eingesetzt wurden. Vier Ventile sind auf die Art an jedem Cylinder angebracht, wie man, obgleich es schwer zu beschreiben ist, leicht durch die Zeichnung ersieht (Fig. 1). Eine jede Bewegung des Stempels zwingt eine gewisse Menge Gas durch die Röhren, so daß der Apparat mittelst einer noch hinzugefügten Klappe, doppelt so viel Luft ausführt, als eine Pumpe von gewöhnlicher Bauart.

Die Theile, welche unmittelbar mit den 4 Klappen in Verbindung stehen, endigen sich in 2 Röhren, durch deren eine die Luft, während der Bewegung des Apparates, in einem constanten und nahe gleichförmigen Strom ausgetrieben wird, während durch die andere die Luft, welche den Heizungsapparat und das Calorimeter durchströmt hat, in den Cylinder zurückkehrt, um auf dem ersten Wege wieder ausgetrieben zu werden. Der eben erwähnte Heizungsapparat besteht aus einem ungefähr 16 Zoll langen und mit heißem Wasser gefüllten Metallgefäße, durch das die Röhren streichen, welche die aus dem Cylinder vertriebene Luft aufnehmen. Um versichert zu seyn, daß die Gase genau die Temperatur des im Gefäße enthaltenen Wassers annehmen, sind die Röhren dreimal in dem Gefäße herumgeführt,

bevor sie hinaustreten. Mittelft einer unter das Gefäß gestellten Lampe, kann man die Temperatur des Wassers auf jeden erforderlichen Punkt erhöhen. Die letztere Anordnung war indess mehr aus Rücksicht auf eine gewisse Uebereinkunft, als aus Nothwendigkeit angebracht, da, wie man leicht aus der Art des Experimentirens sehen wird, eine feste Temperatur nicht erforderlich war.

Außerdem wurden zwei Calorimeter angewandt, welche den zuvor beschriebenen der HH. de La Roche und Berard ähnlich waren. Jedes von diesen stand mit der Röhre in Verbindung, durch welche das Gas aus den Cylindern in den Heizapparat getrieben ward, gleich wie mit der, welche die Luft zu den Cylindern zurückführte. Alle diese Röhren waren von Metall und luftdicht gearbeitet.

Der Apparat kann folglich als aus zwei gesonderten Theilen bestehend betrachtet werden, die genau einander ähnlich sind und von denen jeder eine gleiche Gasmenge, zwar durch gemeinschaftlichen Heizapparat, aber durch getrennte Calorimeter wegführt.

Die Verbindungsrohren zwischen dem Heizapparat und den Calorimetern waren einen Zoll lang, und jede von ihnen besaß eine Oeffnung, durch welche man, um die Temperatur der Gase bei ihrem Eintritt in die Calorimeter messen zu können, ein empfindliches Thermometer hineinbrachte.

Jedes Calorimeter war in einem polirten Metallgefäße eingeschlossen, um die Entweichung oder Absorption des Wärmestoffes während des Versuches soviel wie möglich zu verhindern. Die letzteren standen

überdies in einem Gefäße, das mit Wasser gefüllt war, welches man in beständiger Bewegung erhielt, damit die Calorimeter nichts durch die ungleiche Temperatur der Wände des Zimmers litten.

Um das Füllen des Apparates mit Gas zu erleichtern, war jede das Gas zurückführende Röhre mit einem Hahne versehen, durch den man den Gasstrom unterbrechen konnte. Auch war an jeder Seite dieser Hähne noch ein kleinerer angebracht, durch welchen, wenn man ihn öffnete, die Röhren mit der äußern Luft in Verbindung gesetzt wurden.

Wenn man also den größern Hahn verschlossen und die kleineren geöffnet hatte, so mußte bei Bewegung der Maschine nothwendig die Luft durch einen der kleineren Hähne ein- und durch den andern ausströmen, so daß die Luft in dem Apparat beständig erneuert ward. Um folglich den Apparat mit Gas zu füllen, war nichts weiter nöthig, als durch eine Röhre, angebracht an dem kleineren zum Einströmen der Luft bestimmten Hahn, eine Verbindung zwischen dem Gasometer oder dem das Gas enthaltenden Recipienten und dem Apparat herzustellen. Gewöhnlich schaffte ich jedoch bei dieser Operation die Luft durch eine Luftpumpe aus dem Apparate fort, und öffnete alsdann den Hahn, der mit dem, das erforderliche Gas enthaltenden, Recipienten in Verbindung stand. Nach mehrmaliger Wiederholung dieser Operation fand ich das Gas in der Maschine, fast eben so rein wie das, was der Gasometer enthielt.

Durch geringes Nachdenken über die, etwas weitläufig scheinende, Beschreibung des Apparates oder

durch Anschauung der Zeichnung, wird man wahrnehmen, daß die in den beiden Theilen der Maschine enthaltenen Gase unter völlig gleichen Umständen vorhanden sind. Denn, die in einer gegebenen Zeit durch die Calorimeter geleiteten Gasmengen waren die nämlichen; die Temperatur der umgebenden Mittel und der barometrische Druck waren gleich; eben so mußte die Temperatur der Gase die nämliche seyn, weil sie durch das nämliche heizende Mittel gingen, und endlich war auch die Form der Röhren, Cylinder, Calorimeter und Ventile in beiden Theilen der Maschine einander gleich.

Mithin mußten die Temperaturen, welche die beiden einem vergleichenden Versuch unterworfenen Gase mitgetheilt hatten, im geraden Verhältniß zu deren Wärmecapacitäten stehen *); vorausgesetzt, daß keine inproportionale Wärmemenge durch die Calori-

*) Wenn man erhitztes Gas ein Calorimeter von der so eben beschriebenen Art durchströmen läßt, so erhöht sich die Temperatur des letzteren bis zu einem gewissen Grad, der aber stets unter dem liegt, welchen das Gas zuvor besaß. Die Temperatur dieses Maximums hängt ab von der Beschaffenheit der Oberfläche und dem Leitungsvermögen des Calorimeters, so wie von der Temperatur des umgebenden Mittels; sie tritt dann ein, wenn das Calorimeter eben so viel Wärme an die Umgebung verliert, als er von dem zugeführten Gase gewinnt. Da nun innerhalb einer gewissen Gränze, der Wärmeverlust eines Körpers proportional ist dem Ueberschusse seiner Temperatur über die der kälteren Umgebung, so ist es auch die Wärmemenge, welche diesem Verluste gleich ist und in den obigen Versuchen durch das Gas herbeigeschafft wird. Auf diesem Principe beruhen die Versuche der HH. de La Roche und Bernard, so wie die ihnen nachgebildeten des Hrn. Haycraft. P.

meter, vermöge der verschiedenen Temperatur der umgebenden Körper entstanden war. .

Diese Fehlerquelle war durch die vom Grafen Rumford erdachte Anordnung vermieden, zufolge welcher die Temperatur des umgebenden Mittels zu Anfang des Versuches eben so hoch über die des Calorimeters stehen soll, als am Ende des Versuches unter derselben *).

Die Gasmenge, welche während der Bewegung (eines einmaligen Ganges (*P.*)) des Stempels durch das Calorimeter getrieben ward, betrug 12 Kubikzoll, und da diese Bewegungen nach einem im Zimmer aufgehängten Sekundenpendel regulirt, 120 mal in einer Minute wiederholt wurden, so betrug die ganze während einer Minute durch den Calorimeter getriebene Gasmenge 1440 Kubikzoll. Man braucht indess diese Mengen nicht in Rechnung zu ziehen, da sie für jedes dem Versuche unterworfenen Gas genau die nämliche ist.

Meine Thermometer waren von Hrn. Adie zu Edinburgh verfertigt. Jeder Grad war in 5 Theile getheilt, von einer solchen GröÙe, daß man sie durch Augenmaas wiederum in 4 Theile, also den Grad in 20 Theile theilen konnte, wenn man hier die Unvollkommenheiten eines jeglichen Instruments überfieht.

Jedes Calorimeter war mit einem Thermometer versehen, und die Kugel desselben hatte einen gleichen Abstand von jeder der 4 (6? *P.*) Seiten des ersten.

*) Die hieher gehörige Bemerkung Rumfords findet sich in den Annal. B. XXXIV. S. 8. P.

Zwei kleinere Thermometer waren so angebracht, daß man durch sie die Temperatur des Gases bei seinem Eintritt in das Calorimeter und bei seinem Austritt aus demselben bestimmen konnte. Ferner befand sich eins in dem Heizapparat und ein anderes in dem Wasser, welches die Calorimeter umgab.

Nachdem ich beide Calorimeter mit Wasser von der Temperatur 42° (Fahrenheit) und den Heizapparat mit Wasser von nahe 180° gefüllt hatte, ließ ich in jeden Theil des Apparates atmosphärische Luft eintreten. Die Stempel wurden darauf so lange in Bewegung gesetzt, bis die Calorimeter, mit einer Abweichung von etwas mehr als $\frac{1}{25}$ Grad, eine Temperatur von 84° erreicht hatten. So war also die Temperatur eines jeden Calorimeters um 42° gestiegen, abgerechnet die Correction von einem $\frac{1}{25}$ tel des Ganzen, die von den übrigen Unvollkommenheiten der Instrumente weit übertroffen wird. Der Zweck dieses Versuches war, die Genauigkeit des Apparates zu prüfen, und ward zu verschiedenen Zeiten mit demselben Erfolg wiederholt. Bei den folgenden Versuchen ward ich durch meinen Freund, dem Dr. Clendinning, unterstützt, welchem ich viel zu ihrem Gelingen schuldig bin.

Versuche mit Kohlensäure-Gas.

Der Theil des Apparates, welchen ich *A* nennen will, ward mit Kohlensäure gefüllt, bereitet aus kohlensaurem Kalke; der Theil *B* hingegen mit gemeiner Luft. In jedem der Cylinder war in einem besondern Gefäße eine Quantität von sehr trockenem salzsauren Kalk aufgestellt, um so die Gase völlig von ih-

ren Wasserdämpfen zu befreien. Die Calorimeter wurden mit Wasser von 42° und das Heizgefäß mit Wasser von $149\frac{1}{2}^{\circ}$ Temperatur gefüllt. Die Resultate waren folgende:

	Temperatur		Specifische Wärme der Kohlensäure, abgeleitet aus dem Vergleich der Temperaturerhöhungen. Die der Luft gleich 10000 gesetzt.
	des Calor. A. durch welches Kohlensäure geleitet ward.	des Calor. B. durch welches atmosph. Luft geleitet ward.	
No. 1.			
Zu Anfange d. Versuchs	42° Fahr.	42° Fahr.	9730
Nach 15 Minut.	68,10	68,80	
No. 2.			
Zu Anfange	42,05	42,05	9919
Nach 15 Minut.	66,50	66,70	
No. 3.			
Zu Anfange	42,00	42,00	10035
Nach 40 Minut.	71,50	71,40	
No. 4.			
Zu Anfange	45,00	45,00	10021
Nach 35 Minut.	68,25	68,20	
No. 5.			
Zu Anfange	45,70	45,75	10000
Nach 25 Minut.	63,20	63,30	

Man wird aus diesen Resultaten sehen, daß die beiden ersten Versuche für das Kohlenäure-Gas eine geringere Wärmecapacität anzeigen als für die gemeine Luft; die 3 letzten hingegen, welche nicht merklich von einander abweichen, beider eine gleiche Capacität beilegen, wenn wir aus den Angaben das Mit-

tel ziehen. Die Ursache, weshalb die ersten beiden Versuche eine schwächere Capacität anzeigen, suche ich darin, daß die Gase nicht völlig von Wasserdämpfen befreit waren. Bei den Versuchen, die ich im letzten Jahre machte, beobachtete ich, daß man das Gas wenigstens 35 Minuten lang der Einwirkung des Chlorcalciums überlassen müsse, bevor es dieselbe specifische Wärme als die gemeine Luft zeige. Dies ist nicht der Fall mit allen übrigen Gasen, woraus ich schließen möchte, daß dieses (das Kohlensäure-Gas (*P.*)) eine größere Verwandtschaft zu den Wasserdämpfen hat.

Das im Gasometer enthaltene Gas enthielt, wie es Kalkwasser anzeigte, 99 pro Cent Kohlensäure-Gas, dasjenige, was nach den Versuchen aus dem Apparat gezogen ward, gab durch dieselbe Probe 90 pr. C. Beim Eintritt in das Calorimeter befaßen die Gase, wie es die Thermometer anzeigten, eine gleiche Temperatur. Bemerkenswerth ist jedoch, daß diese Temperatur um mehrere Grad niedriger zu seyn schien, als die des Wassers im Heizapparate, welches die Gase durchstrichen hatten. Man wird sich dieses aber leicht erklären, wenn man bedenkt, daß ein Thermometer niemals die wahre Temperatur eines Gases (oder Dampfes) anzeigen kann, welches für sich selbst der Radiation der Wärme oder Kälte von den umgebenden Körpern ausgesetzt ist. Dieses Umstandes wegen zeigten die Thermometer eine niedrigere Temperatur als die wahre, denn sie mußten nothwendiger Weise den Calorimetern ziemlich nahe gesetzt werden, in welchen das Wasser um fast 100° kälter war, als die Gase. Aus demselben Grunde schienen die

aus den Calorimetern tretenden Gase eine etwas niedrigere Temperatur zu haben als die Calorimeter selbst, indem sie von Gegenständen umgeben waren, deren Temperatur geringer war als die der Calorimeter.

Verfuche mit Sauerstoffgas.

Nachdem der Theil *A* mit einem, aus Manganhypoxyd bereiteten, Sauerstoffgase gefüllt war, und die übrigen zuvor erwähnten Anordnungen getroffen worden, wurden folgende Resultate erhalten:

No. 1.

Zu Anfang des Versuches	45°,12	45°,25	
Nach 5 Minuten	61,80	61,75	10000
- 10 - -	67,10	67,05	10000
- 15 - -	71,00	70,90	10019
- 20 - -	74,45	74,45	9982

No. 2. *)

Zu Anfang des Versuches	56°,6	56°,4	
Nach 10 Minuten	66,16	66,14	10000
- 15 - -	71,00	70,18	10000
- 20 - -	74,20	74,10	10000

*) Die Herausgeber der *Annal. de Chim. et Phys.* machen bei ihrer Uebersetzung dieser Abhandlung mit Recht die Bemerkung, daß bei Aufzeichnung der in diesem Versuche enthaltenen Temperaturangaben ein Irrthum vorgefallen sey. Die Bruchtheile der Fahrenheit'schen Grade, welche im Original durchgängig in Zwanzigstel (welche hier der Deutlichkeit wegen stets in Decimalbrüche verwandelt wurden) als gemeine Brüche ausgedrückt sind, nehmen beim zweiten Versuch, in den 3 ersten Zeilen, plötzlich die Form der Decimalbrüche an. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß letztere ebenfalls Zwan-

Die Temperatur der Gase bei ihrem Eintritt in den Calorimeter war für jedes derselben 157°. Das im Gasometer vor der Anfüllung des Apparates enthaltene Gas, zeigte durch eine Probe mit Schwefelkalk 98 pro Cent Sauerstoffgas. Nach Beendigung des Versuches enthielt das Gas im Apparat 91 pro Cent von diesem.

Versuche mit dem Wasserstoffgase.

Das Wasserstoffgas wurde mittelst Schwefelsäure und Zink durch Wasserzersetzung gewonnen, und mit ihm der Theil *B* gefüllt. Bei den nachstehenden Versuchen wurden die beiden Calorimeter mit Wasser von gleicher Temperatur gefüllt, und der Proceß entweder so lange fortgesetzt, bis die Temperatur der Calorimeter zu steigen aufhörte, oder bis dieselbe zu sinken begann. Der letzte Umstand tritt alsdann ein, wenn die durch die Gase mitgetheilte Wärme genau derjenigen gleich ist, welche durch das kältere umgebende Mittel fortgenommen wird. Die Zahl der Temperaturgrade, welche alsdann jedes Gas in seinem Calorimeter zeigt, wird das Verhältniß seiner Kraft seyn, Wärme fortzulassen, und mithin auch das seiner Capacität für Wärme.

zigstel bedeuten sollen, und dann wären die Zahlen der ersten Vertikalcolonne respective: 56,30; 66,80; 71,00; die der zweiten: 56,20; 66,70; 70,90; wodurch alsdann die auf der 3ten Zeile enthaltene Differenz beträchtlich verringert würde. Bei den mit Hydrogengase angestellten Versuchen wäre aus gleichem Grunde statt der mit (?) bezeichneten Zahl zu lesen: 58,30. P.

Die Temperatur des Calorimeters *A* war zu Anfange des Versuches nahe 50° , und nach 105 Minuten $82^{\circ},75$. Die des Calorimeters *B* (welches wahrscheinlich anfangs gleiche Temperatur mit *A* befaß (*P.*)) war $82^{\circ},20$ und die des umgebenden Mittels $60^{\circ},45$. Die verhältnißmäßige Capacität des Wasserstoffgases ergibt sich hierdurch zu 9864, deren Differenz mit der der atmosphärischen Luft so geringfügig ist, daß man beide als gleich betrachten kann, vor allem wenn man Rücksicht nimmt auf das größere Verhältnisse der Erwärmung des ersten Gases und auf das schwächere seines Erkalstens zu Ende des Versuches, wie man dies aus der folgenden Tafel ersehen wird:

	Temperatur von <i>A</i> enthaltend atmosphärl. Luft	Temperatur von <i>B</i> enthaltend Wasserstoffgas	abgeleitete Capacität
--	--	--	--------------------------

No. 1.

Zu Anfange des Versuches	50°	50°	
Nach 5 Minuten	59	58,6 (7)	
- 10 - -	67,80	66,70	
- 15 - -	71,80	70,20	
- 20 - -	75,00	73,20	
- 25 - -	77,80	76,00	
- 30 - -	79,00	77,30	
- 31 - -	80,60	78,50	
- 40 - -	81,60	80,15	
- 45 - -	82,40	81,00	
- 50 - -	83,00	82,45	
- 55 - -	83,05	82,40	
- 60 - -	83,10	82,60	
- 65 - -	83,15	82,80	
- 70 - -	82,80	82,50	

Zu Anfange des Versuches	49°,40	49,35	
Nach 5 Minuten	55,30	55,50	10500
- 10 - -	60,00	60,40	10424
- 15 - -	64,50	64,40	9950
- 20 - -	67,10	67,10	10002
- 25 - -	69,20	69,15	10000

Nach Beendigung des Versuches schien die Luft, wie es die Verpuffung mit Oxygen anzeigte, 88 pro Cent. Wasserstoffgas zu enthalten *).

Aus diesen beiden Versuchen lässt sich ersehen, dass der Wasserdampf, welchen man in dem Hydrogengase voraussetzen kann, bevor dieses durch den salzsauren Kalk hinlänglich ausgetrocknet ist, die spe-

*) Der Apparat, welchen ich am besten zum Verpuffen der Gase geeignet fand, ist eine Modification von dem Heber-Eudiometer des Dr. Ure. Es ist nämlich in dem massiven Boden eines Quecksilberbehälters ein Loch, von der Form eines umgekehrten Hebers auf die Art gebohrt, dass es einerseits in dem das Quecksilber enthaltenden Theile, und anderseits auf dem Rande des Behälters in freier Luft mündet. An der letzten Oeffnung ist ein Glasrohr angekittet, und an der zweiten schliesst ein graduirtes Eudiometer genau. Soll dieser Apparat gebraucht werden, so füllt man auf gewöhnlichem Wege die graduirte Röhre und stellt dieselbe auf die Verbindungsöffnung des Behälters. Hierauf schüttet man Quecksilber in das andere Rohr, so lange bis es gleiche Höhe hat mit dem in der graduirten Röhre. Darauf verschliesst man die offene Röhre mit dem Finger und leitet den elektrischen Funken durch das Gas. Nach der Explosion gießt man in die offene Röhre Quecksilber, bis zu derselben Höhe, zu welcher es im Eudiometer gestiegen ist, und liest alsdann die Grade ab.

cifische Wärme zu erhöhen scheint, genau dem entgegen, was man erwarten könnte. Bei dem ersten Versuche zeigte es 5 Minuten nach Anfange desselben eine Capacität von 9222, welche sehr nahe der von den HH. de La Roche und Berard angegebenen gleich ist; aber in dem Maafse als der Versuch fortschritt und das Wasserstoffgas länger mit dem Chlorcalcium in Berührung war, näherte sich seine specifische Wärme der der atmosphärischen Luft, bis sie zu Ende derselben gleich war.

Der zweite Versuch ward mit demselben Wasserstoffgas in seinem trockensten Zustande angestellt, weshalb auch während der ganzen Dauer desselben die specifische Wärme dieses Gases unverändert blieb. Bei diesem Versuche kenne ich keine Fehlerquelle, da die Gase bei ihrem Eintreten in die Calorimeter genau dieselbe Temperatur befaßen.

Versuche mit dem Stickgase.

Hinsichtlich des Stickgases erwähne ich nur, daß ich mit diesem im vorigen Jahre dieselben Versuche anstellte, und die Resultate völlig den eben beschriebenen ähnlich waren; sie alle stimmten darin überein, daß das Gas seinem Volumen nach, dieselbe specifische Wärme als die atmosphärische Luft, nämlich 10000, besitzt, und daher hielt ich es für überflüssig sie zu wiederholen.

Versuche mit Kohlenwasserstoffgas.

Bei meinen früheren Versuchen über das Kohlenwasserstoffgas, verschaffte ich mir dasselbe durch Zersetzung der Steinkohle, und ich schloß, daß es

gleiche Capacität mit der atmosphärischen Luft habe. Seit der Zeit habe ich indess gefunden, daß die Capacität dieses Gases sehr stark variirt, je nach dem Wege, auf welchem man es dargestellt hatte. Das aus Steinkohlen bereitete schien nahe die normale Capacität zu besitzen, hingegen das aus der Zersetzung des thierischen Fettes, mittelst Hitze, gewonnene Gas eine viel größere Capacität besaß. Aus den folgenden Versuchen scheint es jedoch, daß das Oelbildende Gas seine erhöhte Capacität den empyreumatischen oder ätherischen Dämpfen verdankt, mit welchen es in der Regel verbunden ist.

No. 1.

Diesen Versuch leitete ich auf dieselbe Art wie den ersten mit dem Wasserstoffgase. Der Theil *B* ward mit dem Oelbildenden Gase *) gefüllt, welches ich aus den Gasröhren einer öffentlichen Gesellschaft erhielt. Die Calorimeter enthielten zu Anfange des Versuches Wasser von der Temperatur 50° , und nach Verlauf von 50 Minuten hatte das Calorimeter *A* ein Maximum der Temperatur von $92^{\circ},35$, und das von *B* ein Maximum von $93^{\circ},60$ erreicht. Die Temperatur des umgebenden Mittels war dabei $66^{\circ},40$.

No. 2.

Die Calorimeter hatten zu Anfange des Versuches eine Temperatur von $52^{\circ},25$; nach 55 Minuten hatte das Calorimeter *A* die Temperatur von $92^{\circ},50$,

*) d. h. mit dem aus der Zersetzung des Oëls gewonnenen Gase? (P.)

und *B* die von $94^{\circ},20$. Das umgebende Mittel besaß eine Temperatur von 65° . Das Mittel aus diesem und dem vorhergehenden Versuche, giebt dem Kohlenwasserstoffgase eine specifische Wärme von 10559. Obgleich die Resultate dieser beiden Versuche nicht völlig mit denen übereinstimmen, welche ich früherhin gemacht hatte, so ist doch der Unterschied sehr gering und kann der größeren Reinheit des früher angewandten Gases von empyreumatischem Dampfe zugeschrieben werden. Dies wird durch die folgenden Versuche noch wahrscheinlicher.

No. 3.

Der Theil *B* des Apparates ward mit einem Kohlenwasserstoffgase gefüllt, welches durch die trockne Destillation von Hammelfett gewonnen war. Die Calorimeter wurden mit Wasser von der Temperatur $50^{\circ},75$ gefüllt. Nach Verlauf von 40 Minuten hatte das Calorimeter, durch welches das Oelbildende Gas strömte, sein Maximum der Temperatur von 95° , und das andere das von $88^{\circ},50$ erreicht, wobei das umgebende Medium eine Temperatur von $65^{\circ},10$ besaß. Hierdurch ergab sich für die specifische Wärme des Oelbildenden Gases: 12777.

Dafs das aus thierischen Fetten gewonnene Gas mehr empyreumatische Dämpfe enthält, ist aus seinen Eigenschaften klar, wodurch man sich auch erklären kann, dafs seine specifische Wärme gröfser ist, als die des Steinkohlengases. Die Gase besaßen zu Ende des Versuches völlig gleiche Temperatur mit einander, wie bei ihrem Eintritt in die Calorimeter. (The gases, at the end of the experiment were

exactly of the same temperature as when entering into the calorimeters. (?))

No. 4.

Der letzte Versuch ward mit der Abänderung wiederholt, daß man das Oelbildende Gas aus Alkohol und Schwefelsäure darstellte. Nach 25 Minuten hatte das Calorimeter *A* eine Temperatur von $74^{\circ},20$, und das Calorimeter *B* eine von $75^{\circ},50$ ($75^{\circ},10$ im Original, als $75\frac{1}{2}$ gelesen (*P.*)); das umgebende Mittel betrug die Temperatur von 54° , und folglich war die Capacität des Oelbildenden Gases 10643.

No. 5.

Eine Wiederholung des Versuches gab zum Resultat: 10674. Das Mittel dieses und des vorhergehenden Versuches ist 10658 und zeigt, daß die Capacität des Oelbildenden Gases aus Alkohol bereitet, gleich der des Gases aus Steinkohlen ist.

No. 6.

Um zu erfahren ob die ätherischen oder empyrenmatischen Dämpfe im Oelbildenden Gase einen Einfluß auf dessen specifische Wärme besitzen, brachte ich einige Tropfen Schwefeläther in den Theil des Apparates, welcher atmosphärische Luft enthielt, damit letztere eben so wie das (aus Alkohol bereite (*P.*)) Oelbildende Gas mit Aetherdämpfen geschwängert sey. Der Theil *B* enthielt wie zuvor das Oelbildende Gas. Nach 40 Minuten hatten beide Calorimeter eine Temperatur von $85^{\circ},15$ erreicht, während die des umgebenden Mittels $61^{\circ},20$ betrug. Man kann

hieraus also den Schluß ziehen, daß der ätherische Dampf es ist, welcher die specifische Wärme des Oelbildenden Gases erhöht.

Versuche über ausgeathmete Luft.

Nachdem ich im letzten Jahre mehr als 10 Versuche gemacht hatte, welche zeigten, daß Gemenge von Kohlensäure mit atmosphärischer Luft, die bei 100° F. mit Wasser gesättigt worden, eine geringere Wärmecapacität besitzen, als atmosphärische Luft unter den gewöhnlichen Umständen, und mir diese sonderbare Thatfache einiges Licht auf den Proceß des Athmens der Thiere zu werfen schien: so füllte ich den Theil *B* mit Luft aus der Lunge und den Theil *A* mit atmosphärischer Luft. Der Heizapparat ward mittelst einer Lampe auf eine Temperatur zwischen $97^{\circ},50$ und $100^{\circ},50$ gehalten. Nach Verlauf von 35 Minuten erreichte das Calorimeter, welches die ausgeathmete Luft durchstrich, eine Temperatur von $59^{\circ},20$, und das andere die von $61^{\circ},20$; das umgebende Mittel betrug eine Temperatur von $54^{\circ},16$, und folglich betrug die Capacität der ausgeathmeten Luft 6875.

No. 2.

Bei einer Wiederholung dieses Versuches, bei welcher das Calorimeter *A* von $56^{\circ},10$ auf $58^{\circ},50$, und *B* von $56^{\circ},15$ auf $57^{\circ},80$ stieg, ergab sich für die ausgeathmete Luft, wie beim letzten Versuch, eine Capacität von 6875.

Es wird nicht unpassend seyn hier noch zu erwähnen, daß bei meinen früheren Versuchen Mischun-

gen von Kohlensäure und atmosphärischer Luft, bei verschiedenen Temperaturen, und mit verschiedenen Mengen Dampf verbunden, Capacitäten von 3333; 6666; 9999 und 13333 zeigten. Es war meine Absicht diese Versuche auf eine solche Art zu wiederholen, daß ich die Umstände bestimmen konnte, unter welchen diese Veränderungen der Capacitäten Statt fanden; durch mehrere andere Beschäftigungen wurde ich aber daran verhindert. Ich muß jedoch bemerken, daß die beiden letzten Versuche anzuzeigen scheinen, die Capacität der ausgeathmeten Luft falle mit dem zweiten Gliede dieser Reihe zusammen, wenn man die Verschiedenheit des Vergleichungsmittels in Betracht zieht. Denn bei den früheren Versuchen diente nichtgetrocknete atmosphärische Luft zum Vergleiche, während bei den letzteren die sorgfältig getrocknete dazu gebraucht ward.

Es findet auch eine merkwürdige Uebereinstimmung Statt, zwischen dieser letzt genannten Reihe von Capacitäten eines Gases mit verschiedenem Wassergehalte, und den Expansivkräften einer Luft, welche ebenfalls mit verschiedenen Antheilen Wasserdämpfen geschwängert ist. Nachdem ich mir eine Glaskugel verschafft hatte, mit der eine Röhre auf solche Art verbunden war, daß wenn man ein wenig Quecksilber in die Kugel schüttete und nun die Expansivkraft der Luft im übrigen Theil der Kugel erhöhte, das erstere sogleich in der Röhre emporstieg: so füllte ich die Kugel mit Luft von 60° und tauchte sie darauf in siedendes Wasser. In einer kurzen Zeit stieg das Quecksilber in der Röhre zu einer Höhe von 7 Zoll. Dieser Versuch ward mit der Abänderung

wiederholt, daß man zu der Luft in der Kugel einige Tropfen Wasser brachte. Nach dem Eintauchen in siedendes Wasser stieg das Quecksilber bis zu 21 Zoll, und hernach, als man eine neue Quantität Wasser in die Kugel brachte, stieg es auf 28 Zoll. Einige Monate später als diese Versuche wiederholt wurden, stieg das Quecksilber in einem Augenblick auf 14 Zoll. So haben wir eine Reihe von Expansivkräften der mit Wasserdämpfen geschwängerten Luft von 7, 14, 21, und 28 Zoll.

Auf dieses Princip habe ich ein *neues Luftthermometer* erdacht. In der Form ist dasselbe dem von Hrn. Prof. Leslie erdachten Differentialthermometers ähnlich. Eine Kugel enthält atmosphärische Luft, getrocknet durch Chlorcalcium, die andere aber dieselbe im gewöhnlichen Zustand. Zwischen beiden Kugeln befindet sich eine Säule von Terpentinöl. Sobald sich die Temperatur der Luft erhöht, steigt die Säule auf Seite der trocknen Kugel. Nach einiger Zeit schien jedoch das Instrument seine Kraft verloren zu haben, und nach einer längeren Periode hatte die Kugel mit der trocknen Luft, die größere Expansivkraft. Ich erklärte dies dadurch, daß ich annahm, der Terpentinöldampf habe sich in Verlauf der Zeit mit der trocknen Luft vereinigt und dieser eine größere Expansivkraft gegeben. Dies Thermometer ist sehr empfindlich; indess sind seine Grade von einer beträchtlichen Ungleichheit und scheinen sich mit der Zeit zu verändern. Zwei Kugeln von Platina mit Wasserstoffgas gefüllt, in die eine etwas Quecksilber gethan und beide alsdann auf dieselbe Art verbunden, würden wahrscheinlich für die, bis zum Schmelzpunkt

des Platins gehenden Temperaturen, ein genaues Pyrometer darstellen.

Es giebt noch eine andere Bedingung, unter welcher die Luft einer sehr großen Verschiedenheit in der specifischen Wärme fähig ist, nämlich die, wenn ihre Dichte nicht dieselbe ist, diese mag nun durch Druck oder eine andere Ursache abgeändert seyn. Das Zunehmen der Capacität der Luft unter einem schwächern Druck, ist nicht unpaßend zur Erklärung der großen Kälte gebraucht, welche in den oberen Regionen der Atmosphäre herrscht, und eben so hat man durch die, mit Vergrößerung des Druckes, abnehmende Capacität auf eine genügende Art die unter diesen Umständen entwickelte Hitze erklärt. Diese Grundsätze sind, so viel ich weiß, jedoch nicht zur Erklärung der intensiven Hitze gebraucht, welche bei der Verbrennung des Schießpulvers und anderer explosiver Mischungen frei wird. Denken wir jedoch einen Augenblick nach, so werden wir finden, daß der Widerstand, welchen die Luft der Ausdehnung des durch die Verbrennung frei gewordenen Gases entgegensetzt, letzteres in einen Zustand von Dichte versetzt, den sie nicht erreichen würde, wenn die Luft auswich. Während dieses Zustandes von mächtiger Zusammendrückung, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen mag, geschieht es, daß die Wärme entwickelt wird. Nach der ersten Explosion werden jedoch die gasigen Producte ausgedehnt, und es findet alsdann nothwendig eine Absorbition von Wärme mit gleichzeitiger Kälteerzeugung Statt. Um zu untersuchen ob bei der Verbrennung des Schießpulvers eine be-

ständige Entwicklung von Wärmestoff Statt hat, machte ich den folgenden Versuch.

Ich nahm einen Recipienten, der 528 Kubikzoll faßte, füllte denselben mit Wasser von 52° Temperatur, und brachte ihn in eine pneumatische Wanne; die Temperatur der umgebenden Luft war ebenfalls 52°. Nun führte ich 240 Kubikzoll von dem gasförmigen Körper hinein, welcher während der Verbrennung eines zu pyrotechnischen Versuchen gebräuchlichen Schießpulvers erzeugt war. Nach der Explosion hatte das in dem obern Theile des Recipienten befindliche Gas eine Temperatur von nahe 54° erreicht, und das Wasser nicht völlig soviel. Dieser Versuch zeigt, daß obgleich bei der Verbrennung des Schießpulvers Hitze erzeugt wird, ihre Menge dennoch nicht so groß ist, wie man sich dachte. Indefs, wenn gleich es nicht durch directe Versuche bewiesen werden konnte, daß die Producte der Verbrennung des Schießpulvers eine größere specifische Wärme besitzen als die Bestandtheile des letzteren, so soll dennoch die Erzeugung der Hitze während der Verbrennung nicht als Einwurf gegen die Hypothesen von Black und Crawford gebraucht werden. Aus der Ansicht der Tafel über die specifische Wärme der verschiedenen Körper ergiebt es sich als sehr wahrscheinlich, daß jene elastischen Produkte eine geringere Capacität besitzen, als die Bestandtheile des Schießpulvers, aus welchen sie erzeugt wurden. So z. B. hat das Stickgas, welches $\frac{2}{3}$ der elastischen Produkte ausmacht, eine Capacität von 2669, und die Kohlensäure, welche ein Drittel der Produkte ausmacht, nach meinen Versuchen, eine Capacität von nur 1751; die des Wassers als 10000 ge-

setzt. Salpetersäure von 1,1354 specifischem Gewicht hat eine Capacität von 5760. Mithin bilden Stickgas und Sauerstoffgas, welche durch die Zersetzung eines der Bestandtheile erzeugt wurden, elastische Produkte, deren Capacitäten noch nicht die Hälfte von der desjenigen Bestandtheiles ausmacht, welcher, zufolge der Hypothese von Black, die Hitze entwickeln sollte. Dieses findet selbst dann Statt, wenn wir auf die geringere Capacität Rücksicht nehmen, welche die Salpetersäure in ihrem Zustande als Bestandtheil des salpetersauren Kali's besitzt.

Eben so mag die intensive Hitze eines Gebläseofens durch eine solche gewaltsame Compression bedingt werden, denn es ist allen Sachverständigen bekannt, daß diese Hitze nicht in geradem Verhältniß zu dem verbrauchten Brennmaterial steht, sondern in einem zusammengesetzteren. Man kann dies auf folgende Art erklären: 1) Ist eine gewisse Luftmenge gezwungen mit den glühenden Kohlen in Berührung zu treten und dadurch seine Temperatur plötzlich außerordentlich zu erhöhen. 2) Durch diesen Umstand würde sie sich eben so schnell ausdehnen, wenn nicht der atmosphärische Druck zugegen wäre. 3) Wenn diese Ausdehnung Statt gefunden hätte, so würde die Luft eine vergrößerte Capacität erlangt haben; folglich eine beträchtliche Menge der durch die Verbrennung entwickelten Wärme verschluckt und die Intensität der letzteren geschwächt worden seyn. 4) Da aber durch den Druck (Widerstand (*P.*)) der Atmosphäre, die erhitzte Luft verhindert wird sich im Verhältniß der erlangten Temperatur auszudehnen, so wird die Absorption

des Wärmestoffes geschwächt und eine größere Menge der durch die Verbrennung erzeugten Hitze frei. Obgleich also die totale Menge des durch die Verbrennung entwickelten Wärmestoffes in einem geraden Verhältniß zu dem verbrauchten Brennmaterial steht, so wird dennoch die Intensität der thermometrischen Hitze im Augenblick und am Orte der Verbrennung nach einem zusammengesetzten Verhältnisse größer seyn, welches direct vom Drucke der Atmosphäre und umgekehrt von der Zeit der Ausdehnung der Luft im Blasebalg abhängt. Diese Zeiten verhalten sich natürlich umgekehrt, wie die Intensität des Luftstroms. Die thermometrische Hitze wird also im Augenblick und am Orte der Verbrennung in einem zusammengesetzten Verhältnisse zu der Menge des verbrauchten Brennmaterials, zu dem Gewichte der Atmosphäre und zu der in einer gegebenen Zeit im Blasebalg verbrauchten Luft stehen. Dieselbe Regel findet auch für die sogenannten Windöfen (Chimney Furnaces) Statt. Die Erfahrung hat es gezeigt, daß bei den Dampfmaschinen diejenigen Öfen, durch welche in einer gegebenen Zeit eine große Luftmenge streicht, verhältnißmäßig eine geringe Quantität von Brennmaterial verbrauchen und denselben Effekt hervorbringen. Wahrscheinlich ließen sich bei diesen Maschinen die Gebläseöfen vortheilhaft anwenden, um den Bedarf des Brennmaterials zu vermindern.

Obgleich die vorgehenden Versuche meiner anfänglichen Erwartung, daß das Sauerstoffgas dem Volumen nach dieselbe spezifische Wärme besitzt wie das Kohlenäure-Gas, nicht zu entsprechen scheinen, so

folgt doch keinesweges aus jenen, daß nicht Wärmestoff bei Bildung des Kohlenäuregases im Verbrennungsprocess entwickelt werde. Diese Bildung beruht nicht auf einer Verwandlung des Sauerstoffes in Kohlenäure, sondern auf einer Vereinigung zweier Stoffe zu einem Gemische, welches die nämliche absolute Wärmecapacität, wie die eines seiner Bestandtheile, nämlich des Sauerstoffgases, besitzt; folglich ward die absolute Wärme des Kohlenstoffes gänzlich frei.

Die directen Resultate dieser Versuche zeigen:

1) *Daß die specifischen Wärmen aller Gase, welche untersucht wurden, sich umgekehrt verhalten wie ihre specifischen Gewichte *).*

*) Voransgesetzt, daß die Gewichtsmengen der angewandten Gase die nämlichen sind, wie sich dieses aus der Gleichheit der specifischen Wärme ergibt, für den Fall, daß die Gasarten gleiche Volumina und Elasticitäten besitzen, folglich ihre Gewichtsmengen sich direct wie ihre specifischen Gewichte verhalten. Es verdient übrigens bemerkt zu werden, daß bei Hrn. Haycraft die Gase wohl zu je zwei in gleichem Volumen und unter gleichem Druck dem Versuche unterworfen wurden, der Druck aber nicht constant war, und daß mithin aus seinen Resultaten folgt, die GröÙe k , der vorigen Abhandlung, oder das Verhältniß der specifischen Wärme unter constantem Druck zu der unter constantem Volumen, sey für alle Gasarten gleich. Hr. Gay-Lussac, dessen anfängliche Resultate (in diesen Annal. Bd. 45. S. 321) mit denen des Hrn. Haycraft übereinstimmten, glaubte später (d. Ann. Bd. 48. S. 392) die seinigen widerrufen zu müssen, und ward darin durch die Arbeit der HH. de La Roche und Berard unterstützt. Die HH. Dulong und Petit, welche in neuerer Zeit die specifische Wärme einiger Metalle und des Schwefels mit großer Genauigkeit

2) Dafs die Gase ihre Wärmecapacitäten verändern, wenn sie mit Dämpfen des Wassers oder sonstigen Stoffen verbunden sind, und für einige Fälle

durch die Zeit ihres Erkaltens festsetzen, fanden dabei das schöne Gesetz: dafs die Wärmecapacitäten dieser Stoffe multiplicirt mit deren Atomen- (Mischungs-) Gewicht nahe ein, für alle, constantes Produkt geben, wenn die letzteren Faktoren beim Kobalt, Wismuth, Zinn, Silber, Gold, und Platin mit verschiedenen sehr einfachen Zahlen multiplicirt werden. Sie glaubten die Willkührlichkeit, die in gewisser Hinsicht bei den Aequivalentzahlen der einfachen Stoffe vorhanden ist, zugleich durch die Annahme entfernen zu können, dafs diejenigen Zahlen den Vorzug verdienten, welche mit der Wärmecapacität multiplicirt jenes beständige Produkt hervorbringen, und schlossen überdies, dafs das bei den festen Körpern gefundene Gesetz unabhängig von der Form (dem Aggregatzustand) der Körper sey, sobald man letztere nur unter gleichen Umständen untersuche. Sie stützten sich hierbei auf die Resultate der HH. de La Roche und Berard, die für das Sauerstoffgas und Stickgas nahe mit diesem Gesetze übereinstimmende Wärmecapacitäten gegeben hatten.

Schon früher stellte Dalton das Gesetz auf, dafs sich die Wärmecapacitäten der Gase umgekehrt wie die Atomengewichte derselben verhalten, was, wie man sieht, mit den von Hrn. Haycraft aufgefundenen Resultaten übereinstimmt, da die specifischen Gewichte der Gase entweder gänzlich mit den Atomengewichten zusammenfallen oder nur sehr einfache Multipla von ihnen sind. Die Herausgeber der *Annal. de Chim. et Physique*, von denen Hr. Gay-Lussac durch seine eigenen Untersuchungen ein so gewichtiges Urtheil über diesen Gegenstand besitzt, scheinen übrigens zu zweifeln, dafs das obige Gesetz auf die zusammengesetzten Gase eine Anwendung finde. Was endlich Hr. Haycraft in dem letzteren Theile seiner Abhandlung aufgestellt hat, ist sicher manchem Einwurfe ausgesetzt; ich enthalte mich indeß jeder Bemerkung darüber, um dem Urtheile der Leser nicht vorzugreifen. P.

wahrscheinlich nach einer regelmässigen arithmetischen Progression, wenn die Expansivkraft der Gase, im Zustande der Vereinigung mit verschiedenen Dampfmengen, nach einem ähnlichen Verhältnisse fortschreitet.

Das wichtigste Resultat für den Physiologen ist: daß die ausgeathmete Luft, bei einer zwischen 95° und $100^{\circ},5$ fallenden Temperatur, eine geringere spezifische Wärme besitzt, als die atmosphärische Luft. Mehrere Versuche, von welchen hier nicht das Einzelne beigebracht ward, haben gezeigt, daß die ausgeathmete Luft bei einer Temperatur von 102° und darüber, so wie bei einer Temperatur von 91° und darunter, eine gleiche Wärmecapacität mit der gemeinen Luft besitzt. Ich würde Anstand nehmen diese Resultate zu behaupten, wenn mich nicht die im Verlaufe mehrerer Monate oft wiederholten Versuche, in meinen Schlüssen bestärkt hätten.

V.

*Allgemeine Bemerkungen über die Temperaturen
des Erdkörpers und des Raumes, in welchem sich
die Planeten bewegen;*

von

Herrn FOURIER *).

Die Untersuchung über die Temperatur der Erde, eine der merkwürdigsten und schwierigsten in der ganzen Physik, besteht aus ziemlich verschiedenen Elementen, welche unter einem allgemeinen Gesichtspunkte betrachtet werden müssen. Ich habe es für nützlich gehalten die Hauptresultate der Theorie zusammenzustellen; das analytische Detail derselben lasse ich fort, da es sich bereits in den von mir herausgegebenen Werken befindet **) und ich hier nur wünschte, den Physikern eine gedrängte Uebersicht der Erscheinungen nebst ihren mathematischen Beziehungen vorzulegen.

*) Nach d. *Annal. de Chim. et Phys.* XXVII. 136.

**) Hr. Fourier bezieht sich unstreitig zunächst auf sein großes unter dem Titel: *Traité analytique de la Chaleur*, Paris 1822. erschienenenes Werk. Zu bemerken ist, daß wir auch dem verewigten Tralles eine hieher gehörige analytische Untersuchung verdanken (Ueber die Erwärmung der Erde durch die Sonne; in den Abhandlungen der K. Akademie zu Berlin für 1818 — 19), die aber nicht gut eines Auszuges fähig ist. P.

Die Wärme des Erdkörpers entspringt aus drei verschiedenen Quellen, welche man nothwendig zuvor unterscheiden muß:

1) Wird die Erde durch die Sonnenstrahlen erwärmt, deren ungleiche Vertheilung die Verschiedenheit der Klimate erzeugt.

2) Nimmt die Erde Theil an der, den planetarischen Räumen gemeinsamen Temperatur, indem sie der Bestrahlung jener Unzahl von Gestirnen ausgesetzt ist, die von allen Seiten das Sonnensystem umgibt.

3) Bewahrt die Erde in ihrem Innern noch einen Theil jener ursprünglichen Wärme, die sie zur Zeit besaß, als sie mit den übrigen Planeten gebildet wurde.

Wir werden jede dieser drei Ursachen mit den Erscheinungen aus ihnen für sich betrachten.

Unser Sonnensystem befindet sich in einer Gegend des Weltalls, von der alle Punkte eine gemeinschaftliche und unveränderliche Temperatur besitzen, erzeugt durch die Licht- und Wärmestrahlen, welche die umgebenden Gestirne ausfenden. Diese niedere Temperatur des planetarischen Himmels liegt nur wenig unter der, welche in den Polargegenden unserer Erde herrscht. Die Erde würde mit dem Himmel eine gleiche Temperatur besitzen, wenn sie nicht durch zwei Ursachen erwärmt würde.

Die erste derselben ist die innere Wärme, welche die Erde zur Zeit ihrer Entstehung besaß, und von der sie nur einen Theil durch ihre Oberfläche entweichen ließ. Die zweite Ursache liegt in der beständigen Einwirkung der Sonnenstrahlen, welche die

ganze Masse durchdringen und an der Oberfläche die Verschiedenheit der Klimate unterhalten.

Die ursprüngliche Wärme des Erdkörpers hat keine merkliche Wirkung an der Oberfläche; im Innern der Erde kann sie aber außerordentlich groß seyn. Die Temperatur der Oberfläche überschreitet den Werth, welchen sie zuletzt erreichen muß, nicht um $\frac{1}{8}$ eines Grades des hunderttheiligen Thermometers. Im Anfange verminderte sie sich sehr rasch; gegenwärtig aber geschieht die Abnahme mit einer überaus großen Langsamkeit.

Die bis jetzt gesammelten Beobachtungen scheinen anzuzeigen, daß die verschiedenen Punkte einer und derselben ins Innere der Erde geführten Vertikallinie um so erhitzter sind, als die Tiefe größer ist, und man hat berechnet, daß die Temperatur auf 30 bis 40 Meter um einen Grad zunimmt. Ein solches Resultat setzt im Innern eine sehr hohe Temperatur voraus; sie kann nicht von der Wirkung der Sonnenstrahlen erzeugt worden seyn; erklärt sich hingegen naturgemäß durch die der Erde bei ihrem Entstehen eigenthümliche Wärme.

Dieser Anwuchs von ungefähr einem Grad auf 32 Meter, ist nicht beständig, sondern nimmt fortdauernd ab; es müssen aber viele Jahrhunderte verfließen, ehe er auf die Hälfte seines gegenwärtigen Werthes herabsinkt.

Wenn etwa andere bisher unbekannte Ursachen die nämlichen Thatfachen erklären könnten, und die Erdwärme andere allgemeine oder zufällige Quellen hätte, so wird man sie durch Vergleich der Beobachtungen mit den Resultaten dieser Theorie entdecken.

Die Wärmestrahlen, welche die Sonne unaufhörlich auf den Erdkörper sendet, erzeugen auf diesem zwei sehr verschiedene Wirkungen. Die eine ist periodisch und verbleibt ganz in der äußern Fläche; die andere ist beständig und läßt sich an tieferen Orten beobachten, z. B. bei 30 Metern unterhalb der Oberfläche. Die Temperatur dieser Orte erleidet im Laufe des Jahres keine merkliche Veränderung, sie ist bleibend; aber nach den Klimaten sehr verschieden. Sie entsteht durch die beständige Wirkung der Sonnenstrahlen und durch die Ungleichheit, mit welcher die Theile der Oberfläche, vom Aequator bis zu den Polen, derselben ausgesetzt sind. Man kann die Zeit bestimmen, welche verfließen mußte, bevor die Sonnenstrahlen die jetzt beobachtete Verschiedenheit der Klimate erzeugen konnten. Alle diese Resultate stimmen mit jenen Theorien der Mechanik überein, welche uns die Stabilität der Rotationsaxe der Erde kennen lehrten. Die periodische Wirkung der Sonnenstrahlen besteht aus täglichen und jährlichen Veränderungen. Diese Ordnung der Thatfachen wird genau und in ihrem ganzen Detail durch die Theorie dargestellt. Der Vergleich der Resultate der letzteren mit den Beobachtungen, dient zur Messung des Leitungsvermögens der Substanzen, welche die Erdrinde ausmachen.

Das Daseyn der Atmosphäre und der Gewässer macht im Allgemeinen die Vertheilung der Wärme gleichförmiger. Im Ocean wie in den Seen streben die kälteren oder vielmehr die dichteren Theile beständig nach den tieferen Gegenden, und die Bewegung der Wärme, welche durch diese Ursache erzeugt

werden, sind im Allgemeinen viel rascher als die, welche in festen Substanzen durch deren Leitungsvermögen bewirkt wird. Die mathematische Untersuchung dieses Vorganges erfordert genaue und sehr zahlreiche Beobachtungen. Letztere sind geeignet zu zeigen, wie durch diese inneren Bewegungen verhindert wird, daß die Wirkung der eigenen Wärme der Erde in der Tiefe des Wassers merkbar ist.

Die Flüssigkeiten sind sehr schlechte Leiter für die Wärme, aber sie haben wie die luftförmigen Stoffe die Eigenschaft, dieselbe sehr schnell nach gewissen Richtungen fortzuführen. Die nämliche Eigenschaft in Verbindung mit der Centrifugalkraft ist es, welche alle Theile des Oceans und der Atmosphäre bewegt und untereinander mengt; sie unterhält in diesen die regelmäßigen und unermesslich großen Strömungen.

Die Dazwischenkunft der Luft ändert die Wirkungen der Wärme auf der Oberfläche merklich ab. Die Sonnenstrahlen, welche die durch ihr eigenes Gewicht verdichteten Schichten der Atmosphäre durchdringen, erhitzen dieselben sehr ungleich; die, welche am lockersten sind, sind auch die kältesten, weil sie nur einen geringen Theil der Strahlen verlöschen und verschlucken. Die als Licht anlangende Wärme der Sonne besitzt die Eigenschaft die festen und flüssigen Körper, welche durchsichtig sind, zu durchdringen; verliert dieselbe aber fast gänzlich, wenn sie sich durch ihre Mittheilung an die irdischen Gegenstände, in dunkle strahlende Wärme verwandelt hat.

Diese Verschiedenheit der leuchtenden und dunklen Wärme erklärt die Temperaturerhöhung, welche

durchsichtige Körper verursachen. Die Wassermasse, welche einen großen Theil der Erde bedeckt, und das Eis an den Polen, setzten der zuströmenden leuchtenden Wärme weniger Hindernisse entgegen, als der dunklen Wärme, welche nach entgegengesetzter Richtung in den äußern Raum zurückkehrt. Die Gegenwart der Atmosphäre erzeugt eine Wirkung gleicher Art, welche aber, weil es an vergleichenden Beobachtungen gebricht, im jetzigen Zustand der Theorie nur ungenau bestimmt werden konnte. Wie dem auch sey, so viel steht nicht zu bezweifeln, daß die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf einen festen Körper von sehr großer Ausdehnung, nicht viel von derjenigen Temperatur abweicht, welche man mit einem Thermometer beobachtet, das unmittelbar den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist.

Die Strahlung der höhern Schichten der Atmosphäre, deren Kälte sehr groß und nahe beständig ist, hat Einfluß auf alle von uns beobachteten meteorologischen Erscheinungen. Sie kann durch Zurückstrahlung an der Fläche von Hohlspiegeln noch merklicher gemacht werden. Die Gegenwart der Wolken, welche diese Strahlen auffangen, mäßigen die Kälte der Nächte.

Man sieht, daß die Oberfläche der Erde eingeschlossen ist zwischen einer festen Masse, deren innere Temperatur die Glühhitze übersteigen mag, und einem unendlich großen Raum, dessen Temperatur unter dem Gefrierpunkt des Quecksilbers liegt.

Alle vorhergehenden Schlüsse finden auch bei den übrigen Planeten ihre Anwendung. Man kann sie als in einem Mittel befindlich ansehen, dessen ge-

meinschaftliche Temperatur constant und wenig niedriger ist, als die an den Polen der Erde. Die nämliche Temperatur besitzen auch die entfernteren Planeten, denn für diese ist der Eindruck der Sonne, selbst wenn er durch die Beschaffenheit der Oberflächen vergrößert wird, zu schwach um eine merkliche Wirkung hervorzubringen; und wir wissen durch den Zustand unserer Erde, daß bei den Planeten, die nicht jünger, wie diese sind, keine, durch eigne Wärme veranlasste Temperaturerhöhung an deren Oberfläche Statt finden kann.

Eben so wahrscheinlich ist es, daß für den größten Theil der Planeten die Temperatur ihrer Pole nur wenig über der des Raumes erhöht liegt. Was die mittlere, durch die Sonnenwirkung erzeugte Temperatur dieser Körper betrifft, so ist sie nicht bekannt, weil sie von dem etwaigen Daseyn einer Atmosphäre und dem Zustande der Oberfläche abhängt. Man kann selbst nur auf eine genäherte Art die mittlere Temperatur bezeichnen, welche die Erde, an die Stelle dieser Planeten gesetzt, erreichen würde.

Nach dieser Auseinandersetzung, wollen wir die verschiedenen Theile unserer Aufgabe nach und nach untersuchen, und zuvor eine Bemerkung beibringen, welche sich auf alle diese Theile erstreckt, da sie auf die Natur der Differenzialgleichungen gegründet ist, welche die Bewegung der Wärme darstellen. Sie besteht darin, daß jede von den von drei Ursachen bedingten Wirkungen für sich berechnet werden können, gleich als wenn jede allein vorhanden wäre. Es reicht alsdann hin die partiellen Wirkungen zu vereinigen; sie

gehen frei durcheinander wie die unendlich kleinen Oscillationen der Körper.

Wir werden zunächst die Hauptresultate beschreiben, welche von der fortgesetzten Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Erde entstehen.

Bringt man ein Thermometer zu einer beträchtlichen Tiefe unterhalb der Oberfläche der festen Erde z. B. bis zu 40 Meter, so zeigt dieses Instrument eine feste Temperatur. Diese Thatfache läßt sich überall auf der Erde beobachten. Diese Temperatur in der Tiefe ist für einen gegebenen Ort constant; aber nicht die nämliche in den verschiedenen Klimaten. Sie nimmt im Allgemeinen ab, so wie man sich den Polen nähert.

Beobachtet man die Temperatur der näher an der Oberfläche, z. B. in einer Tiefe von einem 5 oder 10 Meter, liegenden Punkte, so findet man, daß dieselbe während der Dauer eines Tages oder Jahres veränderlich ist. Die Erdschale, in welcher diese Veränderungen vor sich gehen, lassen wir aber zuvor unberücksichtigt, denken sie uns als fortgenommen, und betrachten nur die festen Punkte der neuen Erdoberfläche.

Man sieht ein, daß die Masse nach Maafsgabe wie sie die vom Brennpunkt ausgegangene Wärme empfing, ihren Zustand verändern mußte. Ihre inneren Temperaturen schritten dadurch allmählig einem Endzustande entgegen, welcher keinen Veränderungen unterworfen ist. Alsdann erlangte jeder Punkt der festen Kugel eine bestimmte Temperatur, welche nur von seiner Lage abhängt.

Der endliche Zustand einer Masse, die von der Wärme in allen Theilen durchdrungen ward, ist ge-

nan mit dem eines Gefäßes zu vergleichen, welches oben aus einer constanten Quelle mit einer Flüssigkeit versehen wird, und unten eine gleiche Menge durch ein oder mehrere Oeffnungen wieder ausfließen läßt.

Eben so ward die Sonnenwärme im Innern der Erde angehäuft und daselbst beständig erneuert. Sie durchdringt die Theile an der Oberfläche in der Nachbarschaft des Aequators und entweicht in die Polargegenden. Die erste Aufgabe dieser Art, welche ich der Rechnung unterwarf, befindet sich in einer Abhandlung, welche ich am Ende des Jahres 1807 dem Institute vorlas und in dessen Archive niedergelegt ist. Damals behandelte ich diese Aufgabe, um ein merkwürdiges Beispiel der Anwendung von der in der Abhandlung entwickelten neuen Theorie zu geben, und um zu zeigen wie die Analysis die Wege kennen lehre, welche die Sonnenwärme im Innern der Erde befolgt.

Wenn man sich nun die obere Erdschale wiederhergestellt denkt, deren Punkte in keiner hinlänglichen Tiefe liegen, als daß sie eine feste Temperatur besitzen könnten, so bemerkt man eine zusammengesetztere Ordnung der Erscheinungen, von welchen unsere Analyse einen vollständigen Ausdruck giebt. In einer Tiefe von 3 oder 4 Meter verändert sich, wie man beobachtet hat, die Temperatur im Verlaufe eines Tages nicht, aber sie verändert sich merklich im Laufe des Jahres; sie steigt und sinkt abwechselnd. Die Größe dieser Variationen, d. h. die Differenz zwischen dem Maximum und Minimum der Temperatur, ist nicht dieselbe in allen Tiefen; sie ist um so geringer, als der Abstand von der Oberfläche beträchtli-

cher ist. Die verschiedenen Punkte einer und derselben Vertikallinie erreichen nicht zu derselben Zeit die Temperaturgränzen. Die Größe dieser Variationen, die Jahreszeiten, welche den höchsten, den mittlern und den niedrigsten Temperaturen entsprechen, verändern sich mit der Lage eines Punktes in der Vertikale. Das nämliche gilt von den Wärmemengen, welche abwechselnd auf- und niedersteigen; alle diese Werthe haben gewisse Beziehungen zu einander, welche durch die Beobachtungen gezeigt und durch die Analysis sehr deutlich ausgedrückt werden. Die Resultate der Beobachtung stimmen mit denen überein, welche die Theorie liefert; es giebt keine Erscheinung, die vollständiger erklärt wäre als diese. Die mittlere jährliche Temperatur irgend eines Punktes der Vertikale, d. h. der mittlere Werth aller der, welche im Verlaufe eines Jahres an diesem Punkte beobachtet wurden, ist unabhängig von der Tiefe. Sie ist die nämliche für alle Punkte der Vertikale, und folglich diejenige, welche man unmittelbar unter der Oberfläche beobachtet; dies ist die feste Temperatur der tiefen Orte.

Es ist klar, daß wir bei Aufstellung dieses Satzes die innere Wärme der Erde nicht in Betracht ziehen, und folglich mit um so größerem Rechte auch nicht die zufälligen Umstände, welche dies Resultat für einen gegebenen Ort abändern könnten. Unser Hauptzweck ist, die allgemeinen Erscheinungen kennen zu lernen. Wir sagten früher, daß die verschiedenen Wirkungen gesondert betrachtet werden könnten. Wir müssen auch in Bezug auf die in der genannten Abhandlung beigebrachten numerischen Berechnun-

gen bemerken, daß sie nur als Beispiele der Rechnung dienten. Die meteorologischen Beobachtungen, welche die nöthigen Angaben liefern könnten, so wie die Beobachtungen über die Capacität und das Leitungsvermögen der Körper für die Wärme, sind zu ungewiß und in zu engen Gränzen eingeschlossen, als daß man gegenwärtig aus der Rechnung genaue Resultate ableiten könnte. Um die Anwendung der Formeln zu erläutern, habe ich Zahlenbeispiele gebraucht, welche auch zugleich eine richtigere Idee von den Erscheinungen geben, als die allgemeinen Ausdrücke für sich.

In den der Oberfläche sehr nahe gelegenen Theilen steigt und sinkt das Thermometer während eines jeden Tages. Diese täglichen Veränderungen hören in einer Tiefe von 2 oder 3 Meter auf, merklich zu seyn. Unterhalb derselben kann man nur die jährlichen Veränderungen bemerken, und selbst diese verschwinden in einer größeren Tiefe.

Wenn die Erde sich mit einer beträchtlich größeren Geschwindigkeit um ihre Axe oder um die Sonne drehte, so würden die täglichen und jährlichen Variationen nicht mehr zu beobachten seyn, und die Punkte der Oberfläche die feste Temperatur der tiefen Orte erreichen und behalten. Im Allgemeinen hat die Tiefe, in welcher die Variationen aufhören merklich zu seyn, ein einfaches Verhältniß zur Dauer der Periode, welche dieselben Erscheinungen auf die Oberfläche versetzt. Diese Tiefe ist genau proportional der Quadratwurzel jener Periode. Aus diesem Grunde dringen die täglichen Variationen nur bis zu einer Tiefe ein, die 29 mal geringer ist als die, in

welcher man noch jährliche Veränderungen wahrnimmt.

Die Aufgabe über die periodische Bewegung der Sonnenwärme ward zum ersten Male in einer besondern, dem Institute im October 1809 überlieferten Schrift behandelt. Ich habe diese Lösung wiederholt in einer zu Ende des Jahres 1811 eingefandten und den Memoiren einverleibten Abhandlung.

Die nämliche Theorie giebt Mittel, die totale Wärmemenge zu messen, welche im Laufe eines Jahres die Abwechslungen der Jahreszeiten bestimmt. Bei Auswahl dieses Beispiels für die Anwendung der Formeln hatte ich den Zweck zu zeigen, daß eine gewisse nothwendige Bedingung existirt zwischen dem Gesetz der periodischen Variationen und der totalen Wärmemenge, welche diese Oscillation vollführt; so daß, wenn dieses Gesetz für ein gegebenes Klima durch Beobachtungen bekannt ist, man daraus die Wärmemenge ableiten kann, welche in die Erde dringt und in die Luft zurückkehrt. Indem ich ein ähnliches Gesetz beobachtete, wie das, was sich im Innern der Erde einstellt, fand ich die folgenden Resultate:

Anderthalb Monate hernach, nachdem die Temperatur der Oberfläche bis zu ihren mittlern Werth gestiegen ist, beginnt die Erde sich zu erhitzen; die Sonnenstrahlen durchdringen dieselbe während 6 Monate. Hierauf nimmt die Wärme der Erde eine entgegengesetzte Bewegung an, und verbreitet sich wieder in der Luft und dem äußern Raum. Die Menge der Wärme, welche diesen Oscillationen im Verlauf eines Jahres unterworfen ist, wird durch den Calcul ausgedrückt. Wenn die Erdrinde aus einer metalli-

schien Substanz gebildet wäre, z. B. aus Schmiedeeisen (eine Masse, die ich als Beispiel gewählt habe, da man bei ihr die specifischen Coëfficienten gemessen hat), so würde die Wärme, welche z. B. für das Klima von Paris die Abwechselung der Jahreszeiten erzeugt, auf jedem Quadratmeter Fläche, gleich seyn derjenigen, welche eine Eissäule von der nämlichen Basis und von 3^m,₁ Höhe schmelzt. Obgleich man noch nicht den Werth der Coëfficienten für diejenigen Substanzen bestimmt hat, aus welchem unsere Erde gebildet ist, so sieht man doch leicht, daß sie bei weitem ein geringeres Resultat geben würden, als das eben angezeigte. Es ist proportional der Quadratwurzel aus dem Produkte der, auf das Volumen bezogenen, Wärmecapacität mit dem Leitungsvermögen.

Lafst uns nun die zweite Ursache der Erdwärme betrachten, welche wir in den Räumen der Planeten voraussetzten. Die Temperatur dieses Raumes, genau gesprochen, ist diejenige, welche ein Thermometer zeigen würde, wenn man sich die Sonne mit den sie umgebenden Planeten als nicht vorhanden dächte und das Instrument in irgend einem Punkt des zuvor von dem Sonnensystem eingenommenen Raumes anbrächte.

Wir werden nun die vorzüglichsten Thatfachen angeben, welche das Daseyn der den Planetenräumen eigenen Wärme, unabhängig von der Gegenwart der Sonne und der ursprünglichen Erdwärme, auffinden lehren. Um zur Kenntniß dieses besonderen Phänomens zu gelangen, muß man untersuchen, was der thermometrische Zustand der Erdmasse seyn würde, wenn diese nur Sonnenwärme erhielte; und um diese Untersuchung zu erleichtern, kann man zuvor anneh-

men, die Atmosphäre sey nicht vorhanden. Wenn es nun keine besondere Ursache gäbe, welche den planetarischen Räumen eine gemeinschaftliche und beständige Temperatur mittheilte, d. h. wenn die Erde mit den übrigen Körpern des Sonnensystems in einem von aller Wärme befreiten Raume befindlich wären, so würde man Erscheinungen beobachten, die den bekannten völlig widersprächen. Die Polargegenden würden eine ungeheure Kälte erleiden, und die Temperaturabnahme von dem Aequator zu den Polen unvergleichlich rascher und ausgedehnter seyn.

Bei dieser Hypothese einer absoluten Kälte des Raumes, wenn es möglich ist eine solche anzunehmen, würden alle Wärmeerscheinungen, welche wir an der Erdoberfläche wahrnehmen von der Gegenwart der Sonne abhängen. Die geringsten Unterschiede in dem Abstände dieses Gestirnes von der Erde würden sehr beträchtliche Veränderungen in der Temperatur erzeugen. Die Abwechslung der Tage und Nächte würde plötzliche und durchaus von der Erfahrung abweichende Wirkungen erzeugen. Die Oberfläche der Körper würde beim Eintreten der Nacht augenblicklich eine unendlich heftige Kälte erleiden, und die belebten Wesen so wie die Pflanzen würden keiner so starken und schnellen Einwirkung, die beim Aufgang der Sonne eine entgegengesetzte Richtung annähme, widerstehen können. Die ursprüngliche Wärme im Innern der Erde würde nichts zur äußern Temperatur des Raumes beitragen und nichts an den so eben beschriebenen Wirkungen verändern, da wir sowohl durch Theorie als durch Erfahrung mit Sicherheit wissen, daß der Einfluß dieser Centralwärme seit

langer Zeit an der Oberfläche unmerklich geworden ist, obgleich er in einer mittlern Tiefe sehr groß seyn kann.

Aus diesen verschiedenen Bemerkungen, und vorzüglich aus der mathematischen Betrachtung der Aufgabe, schliessen wir, daß beständig eine physikalische Ursache vorhanden ist, welche die Temperaturen an der Erdoberfläche abändert und der ganzen Erde eine Fundamentalwärme mittheilt, die unabhängig von ihrer ursprünglichen im Innern bewahrten Wärme, und unabhängig von der Einwirkung der Sonne ist. Diese feste Temperatur, welche die Erde von dem Raume empfängt, weicht wenig von derjenigen ab, welche man an den Erdpolen beobachtet. Sie ist nothwendig geringer als die Temperatur, welche den kältesten Gegenden zukömmt; doch darf man bei dieser Vergleichung nur gewisse Beobachtungen zulassen, und nicht die zufälligen Umstände in Betracht ziehen, welche eine sehr heftige Kälte veranlassen können, wie z. B. Verdampfung, heftige Winde und außerordentliche Ausdehnungen der Luft.

Nachdem wir das Daseyn dieser Fundamentalwärme erkannt haben, ohne welche die Erscheinungen der an der Oberfläche der Erde beobachteten Wärme unerklärbar wären, fügen wir noch hinzu, daß der Ursprung derselben, so zu sagen, für sich klar ist. Sie entsteht nämlich durch die Strahlung aller Körper des Universums, deren Licht und Wärme bis zu uns gelangen kann; die Gestirne, welche wir mit bloßen Augen wahrnehmen, die unzählbare Menge der teleskopischen Sterne oder dunklen Körper, welche das

Weltall füllen, die Atmosphären, mit welchen dieselben umgeben sind, die lockere in den verschiedenen Theilen des Raumes zerstreute Materie, tragen sämmtlich dazu bei Strahlen zu bilden, die alle Theile unserer Planetenregionen durchdringen. Die unendlich große Anzahl der Körper hebt die Ungleichheiten in den Temperaturen der einzelnen auf und macht die Irradiation mehr gleichförmig.

Diese Temperatur des Raumes ist nicht die nämliche in den verschiedenen Regionen des Universums, doch verändert sie sich nicht innerhalb denjenigen, in welchen die Bahnen der Planeten liegen, da deren Ausdehnungen unvergleichlich kleiner sind, als die Abstände, welche diese strahlenden Körper von letzteren trennen. Mithin trifft die Erde in allen Punkten ihrer Bahn dieselbe Temperatur des Himmels an.

Gleiches gilt von den übrigen Planeten unsers Sonnensystems; sie alle nehmen gleichmäßig Theil an der gemeinschaftlichen Temperatur, und für jeden derselben wird diese, zufolge seines Abstandes von der Sonne, durch die Strahlen der letzteren erhöht. Was die Aufgabe betrifft, die Temperatur anzugeben, welche ein jeder Planet erreichen muß, so sind Nachstehendes die Principien, welche eine genaue Theorie darüber geliefert hat. Die Intensität und die Vertheilung der Wärme an der Oberfläche eines Planeten hängt ab, von der Entfernung dieses Körpers von der Sonne, von der Neigung seiner Umdrehungsaxe gegen seine Bahn und von der Beschaffenheit der Oberfläche. Sie ist selbst in ihrem mittlern Werthe sehr von der verschieden, welche ein isolirtes Thermometer, am Orte

des Planeten, zeigen würde; denn der Zustand der Festigkeit, die sehr große Ausdehnung und ohne Zweifel die Gegenwart der Atmosphäre, so wie die Natur der Fläche bestimmen diesen mittleren Werth.

Die ursprüngliche Wärme, welche sich im Innern der Masse erhielt, hat längst aufgehört eine merkliche Wirkung auf der Oberfläche auszuüben. Denn der gegenwärtige Zustand der Erdrinde zeigt uns, daß die ursprüngliche Wärme seiner Oberfläche fast gänzlich entwichen ist. Wir betrachten es zufolge der Anordnung unsers Sonnensystems als sehr wahrscheinlich, daß die Temperatur der Pole aller oder wenigstens der meisten Planeten wenig niedriger ist, als die des Raumes. Diese Temperatur der Pole ist die nämliche für alle diese Körper, obgleich ihre Abstände von der Sonne sehr ungleich sind.

(Die Fortsetzung folgt.)

VI.

*Nachträgliche Bemerkung zu dem in Heft 2. Bd. 36
enthaltenen Aufsatz über den Harmotom;*

VOM

Dr. WERNERKINK zu Gießen.

Neuerdings ward in der Gegend von Annerode der Harmotom in concentrisch gruppirten KrySTALLen gefunden, welche Art des Vorkommens andern Körpern der Zeolith-Familie so gewöhnlich ist, vom Harmotom bisher aber noch nicht bekannt war. In den Blasenräumen des Basalt-Mandelsteins finden sich weisse aufgewachsene Kügelchen von auseinanderlaufend-strahliger Textur; die Oberfläche der Kügelchen besteht aus lauter KrySTALLspitzen von Zwillingen wie Fig. 3. Diese Bildung ist vielleicht (jedoch innerhalb der Grenzen wahrer KrySTALL-Gruppierung mit Winkel-Bestimmtheit) angedeutet in der Gruppe Fig. 10, welche oben beschrieben. (Die zu dem erwähnten Aufsatze gehörige Kupfertafel ist diesem Hefte beigelegt worden. P.)

VII.

*Trauriges Ereigniß mit Knallquecksilber;
zur Warnung mitgetheilt*

VON

Herrn Administrator HERMANN zu Schönebeck.

Vor längerer Zeit wurde ich von Fabrikanten, welche Kupferhütchen zu Flinten mit Percussions-Schlössern verfertigen, aufgefordert, Knallquecksilber zu liefern. Da ich bald ein Verfahren fand, bei welchem es ohne Gefahr, schnell, in hinreichender Quantität gefertigt werden kann, so übernahm ich diese Fabrikation. Einer jener Fabrikanten verlangte durch einen Expressen $\frac{1}{4}$ Pfund Knallquecksilber, und da kein Vorrath auf dem Lager war, so übernahm einer meiner Assistenten, Herr Kypke, ein in wissenschaftlicher und anderer Hinsicht sehr schätzbarer junger Mann, die Anfertigung der verlangten Quantität Knallquecksilber, und lieferte diese den folgenden Tag zum Debit ab. Beim Zurückgehen nach dem Laboratorio kam Hr. Kypke auf den für ihn so unglücklichen Gedanken, mehrere meiner Fabrikarbeiter durch den Augenschein zu belehren, daß sie mit Papieren, worauf Knallquecksilber gewesen sey, nicht sorglos umgehen dürften. Er rollte die Papiere, worauf Knallquecksilber gesammelt, ausgewaschen und getrocknet war, zusammen, nahm diese Rolle in die linke Hand, und entzündete, indem er mit der Rech-

ten das Papier, wie oftmals früher ohne weitem Erfolg, gegen einander rieb, um sich etwas Knallquecksilber davon loszumachen, womit er den Arbeitern die erfolgende Explosion anschaulich machen könne, das daran haftende Knallquecksilber, was ihm die linke Hand in unzählige Stücke zerschmetterte. Die Rechte war nur leicht verbrannt und wahrscheinlich nur durch die umhergeschleuderten Knochensplitter der Linken beschädigt, denn auch einer der zunächst stehenden Arbeiter war an Händen und Unterleib durch diese Knochensplittern leicht verletzt. Es bestätigte sich auch bei dieser Explosion die Erfahrung, daß die furchtbare Wirkung der knallsauren Metallsalze fast bloß nach unten Statt findet *), denn weder Herr Kypke noch einer der Arbeiter hatte einen Druck der Luft empfunden, ja Herr Kypke hatte gar nicht ein-

*) Wenn es dem Herausgeber einer Zeitschrift verstattet ist, bei fraglichen Gegenständen seine Meinung zu äußern, so muß ich bei dieser Gelegenheit meine Zweifel an der wirklichen Existenz einer solchen Wirkung nach unten, bekennen. Mir scheint es kaum glaublich, daß die verpuffende Substanz, wes Ursprungs auch die Verpuffung ist, sich vorzugsweise nach *einer* Richtung äußern sollte, wenn sie nach *allen* einen gleichen Widerstand fände. Bei den Versuchen, die nur in der Absicht angestellt werden, um die heftige Wirkung der Knallsubstanzen im Allgemeinen darzuthun, möchte wohl diese Bedingung nicht erfüllt seyn, und bevor sie es nicht ist, der Schluß auf eine einseitige Wirkung noch einer weitem Bestätigung bedürfen. Die öffentliche Hinweisung auf dieses (mir schon auf anderem Wege bekannten) Paradoxon erwirbt dem verdienstvollen Hrn. Verfasser gewiß den lebhaftesten Dank; eine weitere Untersuchung kann man freilich nur wünschen, nicht gut anrathen; ich halte sie indess keinesweges für unausführbar. P.

mal gefühlt, daß ihm die Hand zerschmettert war, und wurde er von diesem schrecklichen Ereigniß erst durch den Augenschein belehrt. Zum Glück war der Armknochen nicht beschädigt, und es konnte die Hand blos im Gelenk abgenommen werden. Nach der Erfahrung der sonst von einem bestimmten Gewicht Quecksilber erzeugten Quantität, kann in den sich entzündeten Papieren etwa zwei Drachmen Knallquecksilber gewesen seyn. Es hat sich wahrscheinlich nicht einmal das Ganze entzündet, denn ich fand an der langen hölzernen Pfeife, welche Herr Kypke im Munde gehabt hatte, noch unzersetztes Knallquecksilber. Herr Kypke ist zu meiner großen Freude und Beruhigung, so weit es möglich war, wieder hergestellt. Dieser traurige Vorfall hat mich zu dem festen Entschluß gebracht, weder das Knallquecksilber noch einen andern fulminirenden Metallkalk ferner bereiten zu lassen. Es hat aber Herr Elbe, Vorsteher der Pieschelschen Bleiweiß-Fabrik zu Magdeburg, in Verbindung mit Herrn Dr. Haase daselbst, die Fabrikation des Knallquecksilbers übernommen, und bitte ich die Hrn. Fabrikanten, welche dieses Präparat bedürfen, sich an diese zu wenden.

Möge durch dieses traurige Beispiel anderes, vielleicht noch größeres Unglück verhütet werden.

Hermann.

VIII

Hagel mit metallischem Kern.

(Auszug eines Schreibens aus Orenburg, vom Hrn. Dr. v. Eversmann, datirt vom 8. Oct. 1824 alt. Styls.)

Einige Tage vor unserer Ankunft hieselbst am 2. Aug. (der Reisende hatte in Begleitung seiner Familie den Weg aus den böhmischen Bädern über Lemberg, Kiow und Penfa genommen), ist in Sterlitamack oder Sterlitamansk, einer Kreisstadt im Gouvernement Orenburg 230 Werste nördlich von Orenburg an dem grossen Flusse Bjaſaga liegend, ein merkwürdiger Hagelfall gewesen. Die Hagelkörner, von beträchtlicher Grösse, schlossen nämlich einen festen Kern ein, der einen völlig ausgebildeten Kry stall darbot. Es sind an 30 dieser Kerne an unsern Herrn Gouverneur v. Effen gesandt worden, und zwei davon habe ich selbst erhalten. Sie sind von brauner Farbe, etwa wie die goldhaltigen Schwefelkieswürfel von Beresowsky und besitzen eine runzlich und glänzende Oberfläche. Die Kry stalle bestehen aus sehr flachen doppelt vierseitigen Pyramiden mit gegeneinander überstehenden Seitenflächen und stellen also stumpfe Octaëder dar. Die Kanten, welche in der stumpfen Ecke des Octaëders zusammenlaufen, sind runzlich und stehen hervor, so daß sie auf beiden Seiten der Basis des Octaëders ein erhabenes Kreuz bilden, wie es Fig. 2 in natürlicher Grösse zeigt. Fig. 3 ist eine Seitenansicht

des Octaëders, und giebt ungefähr den Winkel, unter welchen die Flächen desselben gegen die Axe neigen. An einigen Kry stallen sind die vier Ecken der gemeinschaftlichen Grundfläche der doppelt vierseitigen Pyramide abgestumpft, so daß die Grundfläche einen achtseitigen Umriss (Fig. 4) erhält. Nimmt diese Abstumpfung zu, so entsteht wieder ein dem vorigen ähnlicher Körper, bei welchem aber die erhabenen Kreuzlinien nicht als Diagonalen von den Winkeln auslaufen, sondern senkrecht stehen auf den 4 Seiten des Quadrates, wie es Fig. 5 darstellt.

Die Bestandtheile dieser Aërolithen sind, so viel sich aus dem Anschein urtheilen läßt, Schwefelmetalle. — Schwerlich wird wohl jemand behaupten, daß diese Steinchen aus dem Monde zu uns herunter gekommen sind. Ob ähnliche Erscheinungen, nämlich Aërolithen als vollkommene Kry stalle, bekannt sind, weiß ich nicht *).

*) Im nächsten Zusammenhange steht dieser Hagelfall offenbar mit dem, welcher sich am 21. Jun. 1821 in der Grafschaft Mayo in Irland ereignete, nur daß dort keine vollständigen Kry stalle gefunden wurden und die Fragmente derselben, Spuren eines Pentagonal-Dodecaëders zeigten, während es hier offenbar Octaëder waren. Es muß also auch noch dahingestellt bleiben, ob diese Aërolithen in chemischer Hinsicht gleich waren. (S. dies. Annal. Bd. 72 S. 436.) P.

IX.

Hagel von außerordentlicher Gröfse.

Das nachstehende Beispiel eines Hagels von ungewöhnlicher Gröfse, von dem ich nicht finden kann, daß es schon in diesen Annalen zur Sprache gebracht sey, verdanke ich der gütigen Mittheilung des Hrn. Leop. v. Buch, und ist aus Heyne's Tracts historical and statistical on India entlehnt, wo es p. 29 bei den Statistical fragments on the mysore erwähnt wird. Es heist daselbst: „Hagel fällt (in Mysore) nur während der heißen Jahreszeit im April und im Mai. Gewöhnlich sind die Stücke von dem Gewichte einer halben Unze, zuweilen aber besitzen sie eine sehr beträchtliche Gröfse. Die Hagelfälle sind mit schwerem Donner und heftigen Stürmen oder Stofswinden aus Osten begleitet; sie sind häufiger oberhalb des Ghautgebirges als unterhalb desselben. Die Eingebornen nennen die Hagelkörner: Regensteine (Rainstones), und legen ihnen sehr stärkende Kräfte bei. Massen von ungeheurer Gröfse sollen zu verschiedenen Zeiten aus den Wolken gefallen seyn. Es ist eine wohl beglaubigte Thatfache, daß in der letzten Zeit der Regierung Tippoo Saheb's nahe bei Seringapatam eine Masse von der Gröfse eines Elephanten niederfiel, von welcher die Offiziere des Sultans berichteten, daß sie auf die Haut derjenigen, welche sie berührt hätten, wie Feuer gewirkt habe — ein sehr natürlicher Vergleich

von Leuten, die mit dem Gefühl einer außerordentlichen Kälte unbekannt waren. Es wird ferner erzählt, daß zwei ganze Tage vergingen, ehe die Masse völlig aufgelöst ward, während welcher Zeit dieselbe einen solchen Geruch aushauchte, daß das Volk abgehalten ward sich ihr zu nähern. Wahrscheinlich hat die Furcht diesen letzten Bericht erzeugt (. Sollte die Eismasse vielleicht Schwefelverbindungen eingeschlossen haben (P.)). Daß dieser Bericht in den öffentlichen Urkunden der Regierung Tippoo's enthalten ist, versicherte mir ein Mann von sehr glaubwürdigem Charakter, welcher ein hohes Amt im Civildienst unserer achtbaren Compagnie bekleidet.“

P.

X.

Merkwürdige Schneebälle;

beobachtet am 1. Apr. 1815 zu Brunswick in Nord-Amerika vom
 Prof. Cleaveland (aus Silliman's americ. Journ. 1823.
 Vol. VI. p. 162.)

Am größten Theile des Tages, der dieser Erscheinung vorherging, fiel ein sehr feiner Nebel, und in dem ersten Theil der Nacht, in welcher der Wind nach NW umsprang, folgte diesem ein sehr leichter Schneefall, nahe 2 Zoll hoch. Am folgenden Morgen waren die Felder und Wege mit einer großen Menge von Schneebällen bedeckt, welche von 1 Zoll an bis 15 Zoll im Durchmesser hielten. Die kleineren hat-

Z 2

ten beinahe Kugelgestalt, die größeren hingegen waren einigermaßen oval, da sie vom Winde auf einer beträchtlichen Strecke nach einer Richtung fortgerollt waren. Ihr Gefüge war homogen und ihr Gewicht außerordentlich leicht. Sie bestanden aus einer Menge kleiner unregelmäßig zusammengelagerter Schneepismen. Die kleineren Bälle ertrugen kaum eine Unterfuchung in der Hand, ohne von einander zu fallen, die größeren waren aber fester. Im Allgemeinen waren die Pfade deutlich zu sehen, in welchen die Bälle sich aufgerollt hatten. Die kleineren Bälle fanden sich im Gehölze oder anderen vor dem Winde geschützten Orten, welches anzeigte, daß ihre Bildung in der Atmosphäre begonnen hatte. Aehnliche Schneebälle wurden in den meisten der umliegenden Städte beobachtet. Ihr Anblick auf dem Androscoginflusse war höchst interessant.

XI.

Notiz für die Theilnehmer an den im Juni und Juli 1823 stattgehabten Barometerbeobachtungen;

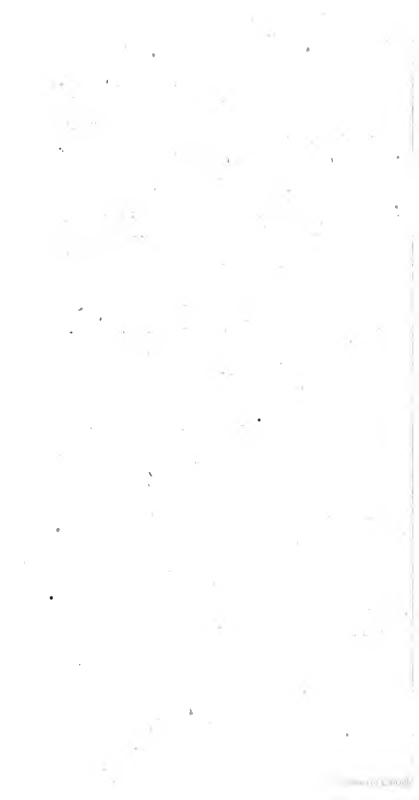
vom

Hrn. Maj. v. OESFELD und dem Herausgeber.

In der Hoffnung, daß die gegenwärtigen Zeilen der Mehrzahl jener verehrten Männer zu Gesicht kommen werden, welche auf unsere Einladung an den im Juni und Juli 1825 von uns in Berlin und Cuxhaven gemachten Barometerbeobachtungen so thätig Antheil nahmen, benutzen wir diesen Augenblick, um durch eine vorläufige Nachricht über den Erfolg jenes Unternehmens ihnen einen Theil unserer Schuld abzutragen. Wir erkennen mit dem lebhaftesten Dank die uns bisher zu Theil gewordene Nachsicht, und schmeicheln uns, darin eine stille Anerkennung der mühevollen Arbeit zu erblicken, welche mit der Berechnung so zahlreicher Materialien verknüpft ist. In der That ist es auch nur der ungemein große Reichtum von Beiträgen, welcher uns bis jetzt verhindert hat zum Ziele zu gelangen, denn die Berechnung, welche in letzter Zeit unter specieller Anleitung des ersteren von uns betrieben ward, ist niemals ausgesetzt worden. Die achtbaren Theilnehmer werden uns gewiß einige Gerechtigkeit widerfahren lassen, wenn wir hier, wie schon früher einzelnen unter ih-

nen, die Nachricht geben, daß von 150 Orten in Deutschland, Preußen, Dänemark, der Schweiz, Ungarn und dem nördlichen Italien über 30000 Beobachtungen eingelaufen sind, deren Benutzung vor der eigentlichen Berechnung durch mannigfaltige, im Einzelnen zwar unbedeutende, auf das Ganze aber sehr zeitraubende Reductionen beträchtlich erschwert ward. Wir sind indess gegenwärtig so weit gediehen, daß wir das baldige Ende der Arbeit voraussehen können, und bitten nur, bis zu diesem uns die bisher geschenkte nachsichtsvolle Geduld nicht zu entziehen. Ueber die gewonnenen Resultate sagen wir hier absichtlich nichts, weil wir dieselben, unserem Versprechen gemäß, und noch im Laufe dieses Sommers, jedem Theilnehmer besonders, in nöthiger Ausführlichkeit mitzutheilen gedenken. Wir sind nicht der Meinung, daß durch das Unternehmen die gestellte Aufgabe als völlig erledigt zu betrachten sey, glauben aber, daß unsere achtbaren Mitarbeiter mit uns in diesem einen nicht ganz mißglückten Versuch erkennen werden, durch welchen die Bahn zu einem künftigen erfolgreicheren Unternehmen gebrochen ist. Das was wir vorlegen werden, ist die Frucht weniger Wochen von einem Vereine von Männern, welche uns vorläufig als Beförderer dieses Theiles der Physik bekannt waren. Es konnte nicht fehlen, daß mancher vortreffliche Beobachter von uns übergangen ward; daß manchem unserer Theilnehmer es unmöglich war, die angesetzten Stunden beständig einzuhalten, und daß mehrere Instrumente nicht die zur wünschende Vollkommenheit besaßen; aber dennoch sind wir gewiss, daß der Anblick der Resultate Jedem die Ueber-

zeugung gewähren werde, kein Land in Europa könne hinsichtlich der allgemein verbreiteten Liebe für diesen Zweig der Naturkunde mit Deutschland einen Vergleich bestehen. Im Vertrauen auf die letztere erfreuen wir uns schon im Voraus des Gedankens, daß es einer etwaigen Wiederholung unsers Versuches, durch länger fortgesetzte, und vielleicht nur auf die Mittagszeit beschränkte Beobachtungen, nicht schwer fallen werde, die Fehler zu umgehen, welche bei der Kürze unserer Beobachtungszeit nicht ganz zu vermeiden waren.



METEOROLOG

FÜR DEN MONAT MÄI

Zeit der Beob.		Baromet. bei +10° R.	Therm. Resum. frei im Schatten	Heer Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter	Zeit der Beob.		Baromet. bei +10° R.	Therm. Resum. frei im Schatten	Heer Hygr bei +10° R.	Versicht d. Witterung		
Tz	St.	pariser					Tz	St.	pariser			age	N	
1	8	55.1	56	+ 0.0	51.0	SW. 5	trüb Nhl	9	8	55.1	79	+ 6.0	50.0	NW
	10	59. 95	8. 9	61. 3	SW. 5	schön	10		56. 11	8. 5	63. 0	SW	2	
	2	58. 88	4. 9	58. 1	SW. 5	heite	2		53. 9	8. 7	62. 8	SW	10	
	6	58. 59	1. 9	62. 6	NW. 5	trüb	6		55. 85	7. 1	78. 4	SW	13	
2	10	57. 49	0. 6	65. 4	NW. 5	trüb etw Rg	10	10	59. 96	5. 4	76. 4	SW	15	
						wagScho							9	
	8	53. 85	- 1. 4	64. 6	NW. 5	trüb Schön		5	51. 51	+ 6. 4	66. 5	S. n-Hg	8	
	10	53. 85	0. 8	50. 5	NW. 5	warm		10	51. 72	10. 5	56. 6	SW	5	
3	2	55. 82	0. 1	40. 4	NW. 5	schön	11	2	51. 87	9. 7	59. 5	SW	10	
	6	56. 20	1. 7	58. 0	NW. 5	sch Abrth		6	51. 68	8. 1	67. 7	Wisch	11	
	10	56. 86	5. 0	55. 6	SW. 5	warm etw Schön		10	52. 56	5. 2	64. 8	SW	1	
5	8	56. 84	- 2. 7	58. 5	SW. 5	schön	11	8	55. 55	+ 1. 7	71. 5	nnw		
	10	56. 16	+ 0. 1	42. 5	SW. 5	schön		10	56. 55	2. 5	67. 6	nnw		
	2	55. 82	+ 0. 3	55. 5	SW. 5	trüb		2	53. 91	4. 0	59. 6	nnw		
	6	55. 59	- 2. 5	53. 7	SW. 5	trüb Abrth		6	55. 88	5. 8	69. 7	SW	5	
6	10	55. 15	- 1. 7	58. 8	SW. 5	warm	12	10	55. 51	2. 7	68. 5	SW	7	
	8	57. 50	- 1. 0	57. 5	N. 5	trüb		8	50. 40	+ 2. 4	64. 7	SW	17	
	10	59. 94	0. 0	53. 6	NW. 5	warm		10	59. 86	5. 7	67. 0	SW	1	
	2	50. 45	+ 0. 7	59. 9	NW. 5	heite		2	53. 70	4. 1	71. 8	SW	7	
5	6	51. 79	- 0. 8	44. 2	NW. 5	trüb Abrth	13	6	58. 58	2. 2	78. 5	SW	7	
	10	55. 00	- 2. 6	61. 4	SW. 5	schön		10	58. 55	0. 7	69. 5	SW	2	
	8	52. 51	- 0. 8	57. 0	SW. 5	sch Mgrth		8	58. 68	+ 0. 5	60. 0	SW		
	10	51. 77	+ 2. 1	50. 8	SW. 4	trüb		10	58. 43	2. 2	68. 7	SW		
6	2	51. 49	2. 4	53. 7	SW. 4	trüb	14	2	58. 50	2. 3	62. 0	SW		
	6	50. 55	2. 1	56. 7	SW. 4	trüb Abrth		6	57. 97	2. 6	61. 0	SW		
	10	51. 20	1. 5	59. 7	SW. 4	trüb		10	58. 20	1. 1	65. 8	SO. h	5	
													1	
7	8	53. 28	+ 2. 6	64. 0	SW. 4	schön	15	8	50. 08	+ 0. 4	68. 8	NO		
	10	54. 02	6. 2	49. 0	SW. 5	schön		10	50. 97	4. 4	55. 8	N.		
	2	54. 84	5. 9	47. 2	SW. 5	trüb		2	51. 51	5. 5	53. 9	nnw		
	6	54. 89	5. 9	67. 4	SW. 5	trüb		6	53. 55	5. 6	58. 9	nnw		
8	10	55. 10	2. 4	67. 7	SW. 5	trüb	16	10	53. 54	1. 8	59. 9	nnw		
	8	55. 72	+ 5. 0	67. 0	SW. 5	warm		8	55. 05	+ 0. 0	63. 1	nnw		
	10	55. 28	8. 2	58. 0	SW. 5	warm		10	55. 47	5. 7	57. 4	nnw		
	2	54. 95	9. 4	56. 8	SW. 5	warm		2	55. 47	5. 1	58. 1	nnw		
9	6	54. 68	3. 8	68. 0	SW. 5	heite	17	6	56. 13	2. 4	70. 1	nnw		
	10	54. 28	4. 9	67. 8	SW. 5	warm		10	56. 78	0. 8	68. 1	nnw		
	8	55. 50	+ 6. 2	63. 4	SW. 5	warm		8	57. 14	- 0. 7	64. 8	W.		
	10	55. 29	9. 5	60. 4	SW. 5	trüb		10	57. 04	+ 3. 0	59. 5	SW		
10	2	55. 78	10. 7	61. 5	SW. 5	trüb	18	2	56. 65	5. 2	46. 5	SW		
	6	53. 58	9. 1	59. 5	SW. 5	trüb Abrth		6	56. 67	3. 7	48. 8	W.		
	10	53. 99	8. 1	74. 1	SW. 5	trüb		10	56. 06	3. 0	58. 5	W.		
													18	

Vom 1 bis 8 März. Am 1. gleiche Decke die früh herrscht, löst tr. auf
 wolkene Cirr. Str. auf und nach Mittag ist es heiter; Abds w. in den
 um 8 weng Reg. Am 2. Nichts etws Schnee, früh mehr, bei doch
 oben u. NO bed. in NW Cum. ant heit. Grunde; Nachmitts Cum.,
 Cum.; Abds gleiche Decke und später große Cirr. Str. und wolk.
 selnd. Am 3. Nichts Schnee; früh heiter, rings hoher Damm, Abds
 auf heit. Grunde; Nachmitts wolk. Bed. und später oben d. heute
 Flächen selten ein Stern. Am 4. gleiche Decke löset sich bis
 auf, unten Mitts rings Cum.; Nachmitts heiter und Spt-Abd. heit,
 mig aus N. Am 5. Cirrus Spur, die früh auf heit, Grde. Spät-
 dünne gleiche Decke und diese wird bis Abds stark und düst. düst.,
 Am 6. Morg. rings ein Damm, oben nur in W geringe Cirr. he und
 ten Cum., oben Cirr. Str., bald gehen diese in gleiche Decke gleiche
 um 7 Gew. nach N, gel. Donner, einige starke Blitze; wolk. Nachmitts
 sich brechen, nach Mittag wird SW u. W licht; Abds heiter, früh sein
 Damm; Spt-Abds viel Cirr. Str. und einige sternreiche Stellen, Schnee u.
 ist selten geöffnet und von Abds ab gleich. Heute, 3 U. Abds; Tags
 Viertel Statt, Ab Cirr.

Vom 9 bis 15. Am 9, 10 u. 11. bis zum 11. Nachmitts wolk. oben auf
 Auß. in Cirr. Str. und den 11. Abds heiter; Spt-Abds wieder, Nebel
 von 6—9 Reg. und am 11. steht der Mond in der Erd-7, Nebel
 starke Decke, von $\frac{1}{2}$ 8 bis 9 Reg., um 2 unterbrochen und he.
 in großen Flocken. Am 13. Nachts stark Schnee, bis gegen 1 U.
 dann schnelle Aufheiterg; Vormitts etws und von 12—3 ged. später
 Str. die früh weiß, unten dicht, bilden Mitts gleiche Decke
 sich diese und von Abds ab, ist es heitr. Am 15. heitr, nur
 ein Cirr. Str. Streifen am Horiz.; Spt-Abds mehr gleichf. al.
 früh, stand der Mond im vollen Lichte.

Vom 16 bis 22. Am 16. gleiche starke Decke ist Mitts in rundl. heftige
 difiz.; nach Mittag heitr, Abds geringe Cirr. Str. am O u. W
 hoch und unten dicht. Vom 17—20. meist gleiche Decke

METEOROLOG

FÜR DEN MONAT APRIL

Zeit der Beob.		Berom. bei +10° R.	Therm. Recum. frei im Schatten	Hygr. bei +10° R.	Wind	Wetter	Zeit der Beob.		Berom. bei +10° R.	Therm. Recum. frei im Schatten	Hygr. bei +10° R.	Wetter	Wetter	
Tg St.	pariser			R.			Tg St.	pariser			R.			
1	8	35.1	04	+ 0.0	80.4	sw. 2	9	8	35.1	27	+ 4.0	61.05	nn	5
	12	32. 30		2. 1	45. 7	W. 1		12	32. 31		8. 4	37. 2	N	9
	5	32. 24		3. 6	61. 0	W. 1		5	32. 16		7. 7	65. 5	N	8
	6	32. 36		2. 8	45. 1	W. 1		6	32. 55		5. 0	35. 8	N	10
2	8	31. 85		0. 3	33. 8	W. 1	10	8	31. 54		5. 3	68. 8	ws	4
	12							12						
	5							5						
	6							6						
3	8	31. 00		0. 7	54. 4	sw. 2	10	8	29. 43		+ 4. 0	63. 6	ws	5
	12	29. 52		+ 6. 7	59. 6	sw. 3		12	28. 76		5. 9	53. 4	SW	13
	5	28. 46		4. 3	45. 7	S. 3		5	28. 48		5. 9	54. 5	SW	3
	6	27. 92		3. 9	47. 7	ao. 3		6	27. 92		4. 9	58. 1	SW	18
4	8	29. 69		+ 1. 1	61. 7	N. 2	11	8	26. 17		+ 6. 0	59. 3	S.	
	12	31. 58		3. 2	57. 0	nsw. 2		12	26. 12		7. 7	50. 9	ws	1
	5	31. 21		2. 8	10. 7	N. 3		5	26. 64		4. 9	67. 4	ws	10
	6	32. 65		2. 0	75. 5	N. 3		6	27. 15		5. 9	47. 2	SW	4
5	8	32. 35		1. 1	72. 5	N. 3	12	8	29. 02		1. 1	65. 5	ws	2
	12							12						
	5							5						
	6							6						
6	8	36. 41		+ 0. 8	67. 9	nsw. 2	13	8	29. 66		+ 3. 0	37. 6	SW	16
	12	26. 89		4. 8	37. 6	N. 3		12	30. 25		4. 9	48. 8	ws	5
	5	26. 99		6. 1	58. 7	N. 3		5	30. 19		6. 7	40. 9	ws	1
	6	37. 17		5. 3	46. 8	N. 3		6	31. 51		4. 7	51. 1	ws	2
7	8	37. 67		1. 6	62. 3	N. 3	14	8	31. 05		2. 3	65. 0	ws	10
	12							12						
	5							5						
	6							6						
8	8	36. 29		+ 0. 2	66. 2	nsw. 2	15	8	31. 52		+ 4. 1	57. 9	w	
	12	37. 87		4. 2	62. 3	nsw. 5		12	32. 20		5. 5	60. 2	W	
	5	37. 55		5. 1	67. 6	N. 5		5	32. 16		4. 8	75. 5	W	
	6	37. 64		4. 5	67. 1	N. 5		6	32. 25		4. 6	66. 8	w	6
9	8	38. 06		5. 1	62. 5	nsw. 4	16	8	32. 60		5. 1	65. 4	w	14
	12							12						
	5							5						
	6							6						
10	8	36. 32		+ 1. 7	61. 1	nsw. 3	15	8	33. 60		+ 3. 3	59. 3	w	
	12	37. 85		4. 6	56. 4	nsw. 5		12	33. 67		7. 2	60. 5	w	
	5	37. 09		7. 0	51. 5	N. 3		5	33. 52		5. 5	60. 6	S	
	6	37. 04		6. 1	54. 1	N. 3		6	33. 57		3. 6	75. 2	S	
11	8	38. 65		2. 4	58. 8	N. 3	16	8	33. 51		2. 6	72. 5	S	
	12							12						
	5							5						
	6							6						
12	8	36. 49		+ 1. 4	69. 2	N. 2	15	8	33. 03		+ 3. 1	61. 4	w	
	12	36. 73		4. 0	65. 5	N. 3		12	32. 47		5. 5	60. 5	w	
	5	36. 04		4. 7	70. 8	N. 3		5	32. 10		5. 6	62. 7	w	
	6	35. 77		5. 1	67. 5	N. 3		6	31. 4		4. 7	67. 8	w	
13	8	35. 39		5. 4	71. 9	N. 2	16	8	31. 0		0. 5	65. 0	N	
	12							12						
	5							5						
	6							6						
14	8	34. 21		+ 3. 2	75. 8	N. 2	16	8	31. 25		+ 1. 9	68. 3	S	
	12	34. 28		7. 1	75. 8	NO. 2		12	31. 51		5. 7	47. 5	N	
	5	34. 61		7. 8	72. 1	NO. 3		5	30. 25		7. 9	47. 4	O	
	6	34. 48		7. 7	77. 0	NO. 2		6	30. 01		7. 5	55. 5	O	
15	8	34. 05		5. 6	75. 7	N. 2	16	8	29. 44		5. 0	65. 5	O	
	12							12						
	5							5						
	6							6						

Vom 1 bis 6 April. Am 1. Morg. heiter, Mittags viel Cirr. Str.,
 spätr rings ein Damm. Am 2. N heitr, S bed., oben Cirr.
 Cum., oben Cirr. Str., bald gleiche Decke die forthelehet;
 Am 3. gleiche Decke, Nchts Schnee, Tags einz. und abwechsel,
 stärker; Spt-Abds bis in die Nacht Schnee. Am 4. gleiches,
 auf und Spt-Abds ist es heitr; Nchts vorher Schnee, früh 4.
 mehr gleichf. bisweil. wolk. bed.; Abds wenig Reg. und Spät.
 Am 6. Morg. wolk. bed., Mittags oben heitr, S hoch Cirr. Str.
 einz. stehende Cum., Abds ist N bed., S-Hälfte heit. Grund ist
 nur am Horiz. einige derselben, sonst heiter. Heute Abds nur
 Mond-Viertel Statt.

Vom 7 bis 13. Am 7. gleiche Decke ist nur Abds im Zenith str.
 Duft, nach Mittg wenig Reg. Am 8. Nachts stark Reg., um 3.
 Schauer, von Abds 9 ab bis Nchts scharf; den ganzen Tag lag
 Heute siehet der Mond in seiner Erd-Nähe. Am 9. früh 7.
 rundl.; Mittgs rings unten Cirr. Str., oben auf heit. Grunde Cum.
 verschwinden diese und Abds ist nur noch der Horiz. bel; reg.
 bed., oben selten ein Stern. Am 10. wolk. Decke ist nur Abds,
 oben gleichf. Um 2 etws Reg. Am 11. Cirr. Str. bed. früh
 ist unten offen; Mittgs formiren sie wolk. Decke und es folgte
 dem Wind ziehet, ein kurzer Reg. und Graupelschauer, Abds am
 dicht belegend, oben verwaschen oft bedeckend, Cirr. Str. oben
 stern, Mittgs viel Cirr. Str. oben, unten Cum., Nachmittags oben ein
 in varia forma und unten in S u. SW schöne Cum.; Abds aus
 stark bel. und spätr mehr gleichf. als wolk. bed. Am 13. Morg.
 wolk. bed., Mittgs aus W Nimbus mit scharfem Grpfschauer
 gleicher Decke, die in N Cum. Str. bildet. Nachmittags senkte
 an den Horiz. und oben ist es heitr, Spt-Abds oben, dünn, theils
 4 U. 39' heute Abend, zeigte sich der Mond im vollen Lichte.
 Vom 14 bis 21. Am 14. früh, O bed., W heitr, unten Cum.,
 auf heit. Grde, Mittgs oben heitr, etws Cirr. Spur, unten Cum.
 gleiche Decke und öfter Regsch., Spt-Abds von Cirr. Str. me-
 che Decke, nach Sprühreg. früh, theilt sich in große Cirr. Son-
 treten Cum. auf; Nachmittags oben heitr, unten Cum. und Cirr.
 Decke und Spät-Abds heiter. Am 16. gleiche Decke;

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, VIERTES STÜCK.

I.

V e r s u c h

einer Erklärung des innern Baues der festen Körper;

vom

Dr. SEEBER, Prof. d. Physik zu Freiburg im Breisgau.

(Fortsetzung.)

Um dieses zu zeigen, ist es nothwendig, die Abstände kennen, worin sich die Mittelpunkte der kugelförmigen Atome bei der genannten Stellungsart befinden. Substituirt man sie so anstatt Häüys parallel-

*) Die Bestimmung dieser Abstände kann auf eine elegantere Art als die folgende ist, dadurch geschehen, daß man durch den Mittelpunkt eines der parallelepipedischen Molecule drei coordinirte Ebenen legt, deren jede mit einer der drei, an der nämlichen Ecke zusammenkommenden Seitenflächen dieses Molecules parallel ist, die Lage des Mittelpunkts eines jeden der übrigen Molecule durch drei, parallel mit den Durchschnittslinien dieser Ebenen an sie gezogene Coordinaten bestimmt, und die Abstände derselben aus den Coordinaten der Mittelpunkte der verschiedenen Molecule. Da aber diese Art die respective Lage der Punkte im Raum durch drei Coordinaten auszudrücken, nicht allgemein bekannt ist, so ist hier,

epipedischer Molecule, daß ihre Mittelpunkte mit den Mittelpunkten von diesen zusammenfallen, so sind jene Abstände den Abständen der Mittelpunkte der Molecule gleich, und man hat, um sie zu erhalten, nur diese letztern Abstände zu bestimmen nothwendig. Es sey zu diesem Endzweck *OFAGEHI*, Fig. 8, ein System der parallelepipedischen Molecule. Es seyen darin die Kanten *Of*, *ff'*, *f'f''*, *f''f'''*, *f'''f^{iv}*, etc. *Og*, *gg'*, *g'g''*, *g''g'''*, etc., *Oh*, *hh'*, *h'h''*, *h''h'''*, etc. sämmtlich halbiert, durch die Theilungspunkte *a*, *a'*, *a''*, *a'''*, etc., die mit *EGOH* parallelen Ebenen *lah*, *l'a'l'*, *l''a''l''*, *l'''a'''l'''*, etc. gelegt, durch die Theilungspunkte *b*, *b'*, *b''*, *b'''*, etc., die mit *IFOH* parallelen Ebenen *mbm*, *m'b'm'*, *m''b''m''*, *m'''b'''m'''*, etc. und durch die Theilungspunkte *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, etc. die mit *AGOF* parallelen Ebenen *ncn*, *n'c'n'*, *n''c''n''*, *n'''c'''n'''*, etc. Diese Ebenen halbiren auch die Kanten der im Innern liegenden Molecule und gehen durch deren Mittelpunkte, so daß ein jeder derselben der gemeinschaftliche Durchschnittspunkt von drei solcher Ebenen ist, wovon jede einer andern der drei Reihen *lah*, *l'a'l'*, *l''a''l''*, etc., *mbm*, *m'b'm'*, *m''b''m''*, etc., *ncn*, *n'c'n'*, *n''c''n''*, etc. angehört *). Der Abstand der Mittelpunkte *M* und *M'* (Fig. 9.) von irgend zwei Mole-

der allgemeineren Verständlichkeit wegen, eine andere Methode gewählt.

*) Durch die genannten Ebenen wird der ganze Raum des Systems in kleine Parallelepipede getheilt, die sowohl einander selbst, als den parallelepipedischen Moleculen gleich sind, und wovon die Mittelpunkte der anstatt der parallelepipedischen Molecule substituirt, sphärischen Atome die Ecken bilden. Wir werden diese Parallelepipede, von deren Werthen der Kanten und Winkel die Möglichkeit des stabilen Gleichgewichtes des

culen ist daher die Diagonale MM' des Parallelepipeds $Mpr'q'p'rq'M'$, das durch sechs jener Ebenen, nämlich von den Ebenen $l^v a^v l^v$, $m^{vv} b^{vv} m^{vv}$, $n^{xx} c^{xx} n^{xx}$, $l^{xx} a^{xx} l^{xx}$, $m'' b'' m''$, $n^v c^v n^v$, gebildet wird, wovon die drei ersten durch den einen, die drei letzten durch den andern Mittelpunkt gehen. Von diesem Parallelepiped sind die Kanten Mp und $M'p'$ dem Abstand der Punkte a^v und a^{xx} , die Kanten Mq und $M'q'$ dem Abstand der Punkte b^{vv} und b'' , die Kanten Mr und $M'r'$ dem Abstand der Punkte c^{xx} und c^v gleich. Da nun die Punkte a, a', a'', a''' , etc. b, b', b'', b''' , etc. c, c', c'', c''' , etc. sämmtlich in der Mitte der Kanten $Of, ff', f'f'', f''f'''$, etc. $Og, gg', g'g'', g''g'''$, etc. $Oh, h'h', h'h'', h''h'''$, etc., liegen, so sind die Abstände $aa', a'a'', a''a'''$, etc. sämmtlich der Kante Of des parallelepiped. Molecule, Fig. 8, die Abstände $bb', b'b'', b''b'''$, etc. sämmtlich der Kante Og , und die Abstände $cc', c'c'', c''c'''$, etc. sämmtlich der Kante Oh desselben gleich. Es ist daher der Abstand von irgend zweien der Punkte a, a', a'', a''' , etc. ein ganzes Vielfaches von Of der Abstand von zweien der Punkte b, b', b'', b''' , etc. ein ganzes Vielfaches von Og , und der Abstand von zweien der Punkte c, c', c'', c''' , etc. ein ganzes Vielfaches von Oh , mithin auch eine jede Kante des Parallelepipeds $Mpr'q'p'rq'M'$ ein ganzes Vielfaches der mit ihr parallelen Kante der parallelep. Molecule, und es kann, wenn man die Längen der drei verschiedenen Kanten derselben Of, Og, Oh durch α, β, γ und durch l, m, n drei ganze Zahlen bezeichnet, die Kante

durch die Substitution entstandenen Systems der sphärischen Atome abhängig ist, in der Folge die Elementar-Parallelepipeds des Systems nennen.

Mp und $p'M'$ durch la , die Kante Mq und $q'M'$ durch $m\beta$, und die Kante Mr und $r'M'$ durch ny ausgedrückt werden. Aus diesen Kanten und aus den, durch sie gebildeten Winkeln qMr, rMp, pMq , welche letztere den durch die Kanten der Molecule gebildeten Winkeln heg, Ohi, agO respective gleich sind, und die wir durch A, B, C bezeichnen wollen, ergibt sich nun die Diagonale MM' , Fig. 9., auf die folgende Art.

Man denke sich durch die Punkte q und r' zwei auf diese Diagonale senkrechte, sie in ss' schneidende Ebenen gelegt, und auf die erste davon von r' aus die senkrechte Linie $r't$ gezogen, so ist diese mit der Diagonale parallel und dem Stück ss' derselben an Größe gleich. Bezeichnet man nun die Diagonale durch s , ihre Stücke $ss', Ms, s'M'$ respective durch d, d', d'' , und die Winkel $M'Mp, M'Mq, M'Mr$ durch ξ, η, ζ , so hat man, da $tr' = ss' = d$, der Winkel $qr't = M'Mp = \xi$, und der Winkel $MM'r' = M'Mr = \zeta$ ist, in den bei t, s, s' rechtwinklichten Dreiecken $r'tq, Msq, M's'r'$, für den trigonometrischen Halbmesser 1

$$1 : la = \cos \xi : d$$

$$1 : m\beta = \cos \eta : d'$$

$$1 : ny = \cos \zeta : d''$$

mithin

$$d = la \cos \xi$$

$$d' = m\beta \cos \eta$$

$$d'' = ny \cos \zeta$$

und wegen

$$s = d + d' + d'',$$

$$s = la \cos \xi + m\beta \cos \eta + ny \cos \zeta$$

Bezeichnet man ferner die Diagonalen $M'p, M'q, M'r$ respective durch λ, μ, ν , so erhält man aus den Dreiecken $M'Mp, M'Mq, M'Mr$

$$\lambda^2 = s^2 + l^2 a^2 - 2sla \cos \xi,$$

$$\mu^2 = s^2 + m^2 \beta^2 - 2sm\beta \cos \eta,$$

$$\nu^2 = s^2 + n^2 \gamma^2 - 2sn\gamma \cos \zeta,$$

und da der Winkel $M'r'p = p'qM = 180^\circ - A$, der Winkel $M'p'q = 180^\circ - B$, und der Winkel $M'q'r = 180^\circ - \Gamma$ ist, aus den Dreiecken $M'r'p, M'p'q, M'q'r$

$$\lambda^2 = m^2 \beta^2 + n^2 \gamma^2 + 2mn\beta\gamma \cos A$$

$$\mu^2 = n^2 \gamma^2 + l^2 a^2 + 2nl\gamma a \cos B$$

$$\nu^2 = l^2 a^2 + m^2 \beta^2 + 2lma\beta \cos \Gamma$$

Setzt man diese Werthe von λ^2, μ^2, ν^2 den vorigen gleich, so ergibt sich

$$s^2 - 2sla \cos \xi + l^2 a^2 = m^2 \beta^2 + n^2 \gamma^2 + 2mn\beta\gamma \cos A$$

$$s^2 - 2sm\beta \cos \eta + m^2 \beta^2 = n^2 \gamma^2 + l^2 a^2 + 2nl\gamma a \cos B$$

$$s^2 - 2sn\gamma \cos \zeta + n^2 \gamma^2 = l^2 a^2 + m^2 \beta^2 + 2lma\beta \cos \Gamma$$

Ferner durch Addition dieser drei Gleichungen

$$3s^2 - 2s(la \cos \xi + m\beta \cos \eta + n\gamma \cos \zeta) = l^2 a^2 + m^2 \beta^2 + n^2 \gamma^2 + 2mn\beta\gamma \cos A + 2nl\gamma a \cos B + 2lma\beta \cos \Gamma$$

mithin weil

$$s = la \cos \xi + m\beta \cos \eta + n\gamma \cos \zeta$$

ist,

$$s^2 = l^2 a^2 + m^2 \beta^2 + n^2 \gamma^2 + 2ln\beta\gamma \cos A + 2nl\gamma a \cos B + 2lma\beta \cos \Gamma$$

und

$$s = \sqrt{(l^2 a^2 + m^2 \beta^2 + n^2 \gamma^2 + 2mn\beta\gamma \cos A + 2nl\gamma a \cos B + 2lma\beta \cos \Gamma)}$$

Durch diese Formel wird der Abstand der Mittelpunkte von irgend zweien der parallelepipedischen Molecule ausgedrückt, und mithin auch der Abstand der Mittelpunkte von irgend zweien der statt ihrer substituirtten sphärischen Atome. Um die verschiedenen Werthe dieser letztern Abstände zu erhalten, hat man daher nur anstatt l, m, n successiv alle positiven und negativen ganzen Zahlen darein zu substituiren. Es ergeben sich hierdurch die folgenden Werthe

α β γ

$$\sqrt{(\beta^2 + \gamma^2 - 2\beta\gamma \cos A)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + \gamma^2 - 2\gamma\alpha \cos B)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 - 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

$$\sqrt{(\beta^2 + \gamma^2 + 2\beta\gamma \cos A)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + \gamma^2 + 2\gamma\alpha \cos B)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 + 2\beta\gamma \cos A - 2\gamma\alpha \cos B - 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 - 2\beta\gamma \cos A + 2\gamma\alpha \cos B - 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 - 2\beta\gamma \cos A - 2\gamma\alpha \cos B + 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 + 2\beta\gamma \cos A + 2\gamma\alpha \cos B + 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

 2α 2β 2γ

$$\sqrt{(4\beta^2 + \gamma^2 - 4\beta\gamma \cos A)}$$

$$\sqrt{(\beta^2 + 4\gamma^2 - 4\beta\gamma \cos A)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + 4\gamma^2 - 4\gamma\alpha \cos B)}$$

$$\sqrt{(4\alpha^2 + \gamma^2 - 4\gamma\alpha \cos B)}$$

$$\sqrt{(4\alpha^2 + \beta^2 - 4\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + 4\beta^2 - 4\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

$$\sqrt{(4\beta^2 + \gamma^2 + 4\beta\gamma \cos A)}$$

$$\sqrt{(\beta^2 + 4\gamma^2 + 4\beta\gamma \cos A)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + 4\gamma^2 + 4\gamma\alpha \cos B)}$$

$$\sqrt{(4\alpha^2 + \gamma^2 + 4\gamma\alpha \cos B)}$$

$$\sqrt{(4\alpha^2 + \beta^2 + 4\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

$$\sqrt{(\alpha^2 + 4\beta^2 + 4\alpha\beta \cos \Gamma)}$$

etc.

Ist nun die wechselseitige Wirkung, welche zwei Atome auf einander ausüben, bloß eine Funktion des Abstandes ihrer Mittelpunkte, so müssen die Werthe dieses Abstandes, wobei sie null wird, eine nach einem gewissen Gesetze regelmässig fortschreitende Reihe bilden. Soll daher jene Wirkung in jedem Abstände null seyn, worin sich bei der angenommenen

Stellungsart der Atome die Mittelpunkte von irgend zweien derselben befinden, so müssen auch diese Abstände sämmtlich Glieder einer solchen Reihe seyn. Dieses hat, wie die obige Tabelle zeigt, nicht bei allen beliebigen Werthen der Kanten α, β, γ und Winkel A, B, C des Elementarparallelepipedes des Systems Statt, aber doch bei gewissen speciellen, als z. B. in dem sehr einfachen Fall, wenn die Kanten sämmtlich gleich, die Winkel sämmtlich rechte sind. Denn bezeichnet man alsdann die Länge der Kanten durch v , so verwandelt sich, wegen $\cos A = 0$, $\cos B = 0$, $\cos C = 0$, der allgemeine Ausdruck für die Abstände der Mittelpunkte der Atome in

$$v \sqrt{l^2 + m^2 + n^2},$$

und ein jeder dieser Abstände ist ein Glied der Reihe

$$v\sqrt{1}, v\sqrt{2}, v\sqrt{3}, v\sqrt{4}, v\sqrt{5}, v\sqrt{6}, \text{ etc.}$$

Wird daher die Wirkung der Atome durch eine Funktion des Abstandes ihrer Mittelpunkte ausgedrückt, welche die Eigenschaft hat, für einen jeden in dieser Reihe enthaltenen Werth dieses Abstandes null zu werden, so geschieht dieses in jedem Abstände von zweien Atomen des Systems, und das System ist ein Gleichgewicht. Hat die Funktion zugleich die Eigenschaft, daß, eine *abstoßende* Kraft als *positiv*, eine *anziehende* als *negativ* betrachtet, ein jeder der erwähnten Durchgänge ihres Werthes durch null aus *positiv* in *negativ* geschieht, so geht dabei die Wirkung der Atome beständig aus einer abstoßenden in eine anziehende über, und das Gleichgewicht derselben ist ein *stabiles*.

Zu den Funktionen, welche diese Eigenschaften besitzen, gehört z. B. wenn s den Abstand der Mittel-

punkte zweier Atome, und π die Peripherie eines Kreises vom Durchmesser 1 bezeichnet, die Funktion

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

Denn der Sinus eines Bogens ist vom Bogen 0 bis zum Bogen π , oder von 0° bis 180° positiv, geht bei diesem Werth in negativ über, bleibt negativ bis zum Bogen 2π oder 360° , wo er wieder durch null in positiv übergeht; von hier an bleibt er positiv bis zum Bogen 3π oder 540° , geht dort in negativ über, bleibt negativ bis zum Bogen 4π oder 720° , geht hier zum zweitenmal in positiv über und so abwechselnd bei jedem ungeraden Vielfachen von π oder 180° aus positiv in negativ, bei jedem geraden aus negativ in positiv. Dadurch, daß man dem Sinus das Minus-Zeichen vorsetzt, wird sein Werth der entgegengesetzte des vorigen, und geht daher nun bei jedem ungeraden Vielfachen von π aus negativ durch null in positiv, bei jedem geraden aus positiv durch null in negativ über. Die in der obigen Reihe enthaltenen Abstände sind sämmtlich Produkte von v in Quadratwurzeln ganzer Zahlen; für jeden derselben wird daher der Bogen $\frac{2\pi s^2}{v^2}$ ein gerades Vielfaches von π , und der Werth der Funktion

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

geht dabei aus positiv in negativ über, wie es für das stabile Gleichgewicht der Atome nothwendig ist. Als der wahre Ausdruck für die wechselseitige Wirkung der Atome fester Körper kann aber dessen ungeachtet diese Funktion nicht betrachtet werden. Denn der Sinus wächst vom Bogen 0 bis zum Bogen $\frac{\pi}{2}$ oder 90° ,

erreicht hier mit dem Werth $+1$, sein positives Maximum, nimmt dann bei der weiteren Zunahme des Bogens ab, geht bei π oder 180° in negativ über, und erreicht bei $\frac{3\pi}{2}$ oder 270° seinen größten negativen Werth, -1 ; von hier annähert er sich null wieder, geht bei 2π in positiv über, erreicht bei $\frac{5\pi}{2}$ seinen größten positiven, bei $\frac{7\pi}{2}$ seinen größten negativen Werth zum zweitenmal, und so, wenn k eine ganze Zahl bezeichnet, abwechselnd bei einem jeden unter der Form $\frac{(4k+1)\pi}{2}$ enthaltenen Bogen seinen größten positiven Werth, $+1$, bei einem jeden unter der Form $\frac{(4k+3)\pi}{2}$ enthaltenen seinen größten negativen, -1 . Es kehren daher bei dem Ausdruck

$$\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

und ebenso auch bei dem Ausdruck

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

dessen Werth beständig der entgegengesetzte von dem des erstern ist, die in den geringsten Abständen Statt habenden größten positiven und negativen Werthe, auch in den größten wieder. Würde daher die wechselseitige Wirkung der Atome fester Körper durch die Funktion $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ ausgedrückt, so müßten die Maxima ihrer Anziehung und Abstoßung in den größten Abständen die nämlichen seyn, wie in den geringsten. Hiervon aber lehrt die Erfahrung das Gegentheil. Denn ist einmal der Zusammenhang der Theile der festen Körper überwunden, und die Theile

nur bis zum geringsten wahrnehmbaren Abstände von einander entfernt, so äußern sie nicht die geringste merkliche Anziehung oder Abstoßung mehr auf einander, und die Intensität ihrer wechselseitigen Wirkung muß daher ebenso, wie die der anziehenden und abstoßenden Kräfte, woraus die Haarröhrchen-Erscheinungen, die Brechung und die Zurückwerfung der Lichtstrahlen erklärt werden *), mit zunehmender Entfernung so rapid abnehmen, daß sie schon in jedem wahrnehmbaren Abstände in Vergleichung mit der, bei der Berührung Statt habenden Intensität verschwindet. Daß die obige Funktion auch dieser Eigenschaft der wechselseitigen Wirkung der Theile der festen Körper Genüge leistet, kann indessen auf eine sehr einfache Art dadurch bewirkt werden, daß man sie durch den Faktor e^{-fs^2} multiplicirt **), worin

*) Siehe Laplace, *Mécanique céleste*, tom. 4. pag. 233. supplément au 10me livre, pag. 1, 2. Biot, *Traité de physique expériment. et mathémat.* tom. 1, pag. 458, 439, tom. 3, pag. 257, 192. Dessen *Précis élémentaire de physique* 1re édit, tom. 1, pag. 294, tom. 2, pag. 148, 103.

**) Da

$$\sin \varphi = \frac{e^{\varphi} \sqrt{-1} - e^{-\varphi} \sqrt{-1}}{2}$$

ist, so kann der hierdurch entstehende neue Ausdruck für die wechselseitige Wirkung der Atome

$$-e^{-fs^2} \sin \left(\frac{2\pi s^2}{v^2} \right)$$

in die einfache Form

$$\left\{ \frac{e \left(-f + \frac{2\pi \sqrt{-1}}{v^2} \right) s^2}{2} - \frac{e \left(-f - \frac{2\pi \sqrt{-1}}{v^2} \right) s^2}{2} \right\} \sqrt{-1}$$

gebracht werden.

die Basis des natürlichen Logarithmen-Systems und f eine sehr groſſe positive Zahl bedeutet. Da dieser Faktor für jeden (nicht imaginären) Werth des Abstandes positiv ist, so sind die Werthe des hierdurch entstehenden neuen Ausdruckes $-e^{-fs^2} \sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ noch bei den natürlichen Werthen des Abstandes positiv, null und negativ, wie die des vorigen, und er entspricht mithin den Bedingungen des *stabilen Gleichgewichtes* der Atome ebenso wie dieser. Um ihm die Eigenschaft zu geben, daſſe seine grössten positiven und grössten negativen Werthe schon bei einem sehr geringen Abstände in Vergleichung mit denjenigen als verschwindend betrachtet werden können, welche in einem noch sehr vielmal geringern, von null äusserst wenig verschiedenen Abstände Statt haben, hat man nur f hinlänglich groſſe, v hinlänglich gering zu nehmen. Denn hierdurch kann für jeden von null verschiedenen Werth von s der Werth von e^{fs^2} beliebig groſſe, mithin der Werth des Faktors e^{-fs^2} , und, weil der absolute Werth des Faktors $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ die Einheit nie übersteigt, zugleich auch der absolute Werth des neuen Ausdrucks beliebig klein gemacht werden. Für den Abstand null hingegen ist der Werth des Faktors e^{-fs^2} der Einheit gleich, für einen nur äusserst wenig von null verschiedenen Abstand nur wenig geringer; der absolute Werth des Faktors $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ ist für jeden in der Reihe

$$\frac{\sqrt[3]{1}}{2}, \frac{\sqrt[3]{3}}{2}, \frac{\sqrt[3]{5}}{2}, \frac{\sqrt[3]{7}}{2}, \frac{\sqrt[3]{9}}{2}, \text{ etc.}$$

enthaltenen Abstand 1; giebt man daher durch eine

setzt, die sie durch eine Substitution anstatt Haüy's cubischer *molécules intégrantes* oder *molécules sonstractives* erhalten, zugleich auch den Bedingungen ihres stabilen Gleichgewichtes. Aus diesem Gesetze erklärt sich mithin der Bau aller Krystalle, deren Formen nach Haüy's Art aus cubischen Moleculen abgeleitet werden können. Nun giebt es aber aufser dem Fall, wenn die Kanten des Elementar-Parallelepipedes einander gleich und seine Winkel sämmtlich rechte sind, eine unendliche Menge anderer Fälle, wobei die Abstände der Atome eines parallelepipedischen Systems sämmtlich Producte von v in Quadrat-Wurzeln ganzer Zahlen sind. Denn damit dieses Statt hat, ist blos nothwendig, daß für alle anstatt l, m, n gesetzten ganzen Zahlen der allgemeine Ausdruck für die Quadrate dieser Abstände

$$l^2 \alpha^2 + m^2 \beta^2 + n^2 \gamma^2 + 2mn\beta\gamma \cos A + 2nly\alpha \cos B + 2lma\beta \cos \Gamma$$

ein ganzes Vielfaches von v^2 , und mithin die Gröfse

$$\frac{l^2 \alpha^2}{v^2} + \frac{m^2 \beta^2}{v^2} + \frac{n^2 \gamma^2}{v^2} + \frac{2mn\beta\gamma \cos A}{v^2} + \frac{2nly\alpha \cos B}{v^2} + \frac{2lma\beta \cos \Gamma}{v^2}$$

eine ganze Zahl ist. Das Letztere aber geschieht, wenn jedes einzelne Glied dieser Gröfse eine ganze Zahl ist, und mithin, wenn jede der Gröfsen

$$\begin{aligned} \frac{\alpha^2}{v^2} & , & \frac{2\beta\gamma \cos A}{v^2} , \\ \frac{\beta^2}{v^2} & , & \frac{2\gamma\alpha \cos B}{v^2} , \\ \frac{\gamma^2}{v^2} & , & \frac{2\alpha\beta \cos \Gamma}{v^2} , \end{aligned}$$

eine ganze Zahl ist. Setzt man diese letztern sechs Gröfsen respective den ganzen Zahlen a, b, c, a', b', c' gleich, so ergeben sich aus den hierdurch entstehenden Gleichungen

$$\frac{a^2}{v^2} = a \quad \frac{2\beta\gamma \cos A}{v^2} = a'$$

$$\frac{\beta^2}{v^2} = b \quad \frac{2\gamma\alpha \cos B}{v^2} = b'$$

$$\frac{\gamma^2}{v^2} = c \quad \frac{2\alpha\beta \cos \Gamma}{v^2} = c'$$

für $\alpha, \beta, \gamma, \cos A, \cos B, \cos \Gamma$ die Werthe

$$a = v\sqrt{a} \quad , \quad \cos A = \frac{a'}{2\sqrt{bc}} \quad ,$$

$$\beta = v\sqrt{b} \quad , \quad \cos B = \frac{b'}{2\sqrt{ca}} \quad ,$$

$$\gamma = v\sqrt{c} \quad , \quad \cos \Gamma = \frac{c'}{2\sqrt{ab}} \quad ,$$

welche der Natur dieser Größen entsprechen, wenn die Zahlen a, b, c positiv sind, die Werthe von $\cos A, \cos B, \cos \Gamma$ zwischen den Gränzen -1 und $+1$ enthalten, und zugleich so beschaffen, daß die Summe der zugehörigen Winkel kleiner als 360° ist. Um aber für a, b, c, a', b', c' diesen Bedingungen genügende Zahlen zu erhalten, kann man für die drei ersten davon drei beliebige positive annehmen, deren Quadrate respective kleiner sind, als die Producte $4bc, 4ca, 4ab$. Es ist alsdann, wegen

$$a'^2 < 4bc \quad , \quad b'^2 < 4ca \quad , \quad c'^2 < 4ab \quad ,$$

auch

$$\frac{a'^2}{4bc} < 1 \quad , \quad \frac{b'^2}{4ca} < 1 \quad , \quad \frac{c'^2}{4ab} < 1 \quad ,$$

und mithin jede der Größen

$$\frac{a'}{2\sqrt{bc}} \quad , \quad \frac{b'}{2\sqrt{ca}} \quad , \quad \frac{c'}{2\sqrt{ab}}$$

zwischen den Gränzen -1 und $+1$ eingeschlossen. Da nun keiner der Winkel A, B, Γ größer als 180° seyn kann, so müssen dafür die zwischen 0° und 180°

liegenden, den obigen Werthen von $\cos A$, $\cos B$, $\cos I$ zugehörigen Winkel genommen werden. Hat man daher für keine, oder nur für eine einzige der Zahlen a', b', c' eine negative genommen, so ist entweder jeder, oder wenigstens zwei dieser Cosinus positiv, mithin entweder jeder der Winkel A, B, I kleiner als 90° , oder zwei davon kleiner als 90° , der dritte kleiner als 180° , und ihre Summe immer kleiner als 560° . Hat man für mehr als eine der Zahlen a', b', c' eine negative genommen, so ist auch mehr als einer der Winkel A, B, I größer als 90° , und ihre Summe kann 560° übersteigen. Dieser Fehler aber kann immer dadurch verbessert werden, daß man anstatt einer oder anstatt mehrerer der negativen Zahlen kleinere nimmt; hierdurch werden die negativen Cosinus näher an null, und mithin die zugehörigen Winkel näher an 90° gebracht.

Es läßt sich also eine unendliche Menge verschiedener ganzer Zahlen finden, die anstatt a, b, c, a', b', c' , in die Gleichungen

$$\alpha = v\sqrt{a} \qquad \cos A = \frac{a'}{2\sqrt{bc}}$$

$$\beta = v\sqrt{b} \qquad \cos B = \frac{b'}{2\sqrt{ca}}$$

$$\gamma = v\sqrt{c} \qquad \cos I = \frac{c'}{2\sqrt{ab}}$$

gesetzt, den Bedingungen Genüge leisten, welche durch die Natur der Größen $\alpha, \beta, \gamma, \cos A, \cos B, \cos I$ gefordert werden. Es giebt mithin eine unendliche Menge verschiedener Werthe dieser Größen, wobei die Quadrate der Abstände der Atome eines parallelepipedischen Systems sämmtlich ganze Vielfache von v^2 sind, und daher die Atome vermöge des ange-

gebenen Gesetzes ihrer wechselseitigen Wirkung im stabilen Gleichgewicht. Verschiedene Werthe von a, b, c, a', b', c' geben verschiedene Werthe von $\alpha, \beta, \gamma, \cos A, \cos B, \cos I$ *) mithin für die, aus dem parallelepipedischen System sich ergebenden Kry stallformen verschiedene Winkel, und es erklärt sich aus jenem Gesetz der Bau einer unendlichen Menge Kry stalle von verschiedenen, nicht auf einander zurückführbaren Formen. Es erklärt sich daraus der Bau eines jeden Kry stalls, dessen Form sich aus einem parallelepipedischen System ableiten läßt, wobei die Größen $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos I$ ganze Vielfache der nämlichen Grö ße sind. Nimmt man aber die vervielfachenden Zahlen hinlänglich groß, so lassen sich für alle Werthe jener Grö ßen ganze Vielfache einer andern Grö ße angeben, die ihnen zwar nicht immer genau gleich, aber doch bis auf jeden beliebig geringen Unterschied nahe kommen. Denn durch eine Entwicklung dieser Werthe in continuirliche Brüche lassen sich Brüche ganzer Zahlen erhalten, die ihnen so nahe kommen, als man nur immer will. Sind die auf diese Art für die erwähnten sechs Grö ßen gefundenen Brüche, auf den kleinsten gemeinschaftlichen Nenner gebracht,

*) Nur in dem Fall, wenn bei zwei verschiedenen Reihen zusammen gehöriger Werthe von a, b, c, a', b', c' der Werth einer jeden dieser Zahlen in der einen Reihe das nämliche Vielfache ihres Werthes in der andern ist, geben beide Reihen gleiche Verhältnisse von α, β, γ , und gleiche Werthe von $\cos A, \cos B, \cos I$, und die aus den zugehörigen Systemen abgeleiteten Kry stallformen haben gleiche Winkel.

$$\frac{f}{k}, \frac{g}{k}, \frac{h}{k}, \frac{f'}{k}, \frac{g'}{k}, \frac{h'}{k},$$

ω eine ganze Zahl, und man setzt

$$v^2 = \frac{1}{k\omega},$$

so wird

$$f\omega v^2 = \frac{f}{k}; \quad f'\omega v^2 = \frac{f'}{k};$$

$$g\omega v^2 = \frac{g}{k}; \quad g'\omega v^2 = \frac{g'}{k};$$

$$h\omega v^2 = \frac{h}{k}; \quad h'\omega v^2 = \frac{h'}{k};$$

und $f\omega v^2, g\omega v^2, h\omega v^2, f'\omega v^2, g'\omega v^2, h'\omega v^2$ sind sechs ganze Vielfache von v^2 , die, weil sie respective den Brüchen $\frac{f}{k}, \frac{g}{k}, \frac{h}{k}, \frac{f'}{k}, \frac{g'}{k}, \frac{h'}{k}$ gleich sind, den gegebenen Werthen von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos C$ bis zum verlangten geringen Unterschied nahe kommen. Die aus den Messungen der Winkel der Krystalle folgenden Werthe dieser Größen werden sich daher immer bis zu innerhalb der Gränze der wahrscheinlichen Beobachtungsfehler liegenden Unterschieden genau durch ganze Vielfache der nämlichen GröÙe darstellen lassen, und es wird mithin daraus nie die Unrichtigkeit der hier über den innern Bau der Krystalle aufgestellten Hypothese gefolgert werden können. Umgekehrt aber kann man als einen Beweis für die Richtigkeit dieser Hypothese ansehen, daß die, von Haüy aus seinen Messungen der Winkel der Krystalle abgeleiteten Werthe von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos C$, bloß mit Ausnahme der, für den Gyps, für den Borax und für den Feld-

spath angegebenen, sämmtlich in kleinen Zahlen genau als ganze Vielfache der nämlichen Gröſſe dargestellt werden können. Es zeigt dieses die folgende Tabelle, welche in der ersten Columnne die Namen derjenigen von Haüy untersuchten mineralischen Substanzen, deren Kryſtalle eine hinlänglich genaue Messung der Winkel verstatten, nach seiner und nach Werners Nomenclatur enthält; in den sechs folgenden, die von ihm für die parallelepipedischen *molécules intégrantes* oder *molécules soustractives* dieser Substanzen, aus seinen Winkelmessungen abgeleiteten Verhältnisse der Kanten α, β, γ , und die Werthe der Cosinus der durch die Kanten gebildeten Winkel A, B, I ; in den sechs letzten, die sich hieraus ergebenden Werthe von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos I$, für jede anstatt ω gesetzte ganze Zahl als ganze Vielfache der Gröſſe v^2 dargestellt.

	Verhältnisse der Kanten			Werthe von		Werthe von						
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos \Gamma$	α^2	β^2	γ^2	$2\beta\gamma\cos A$	$2\gamma\alpha\cos B$	$2\alpha\beta\cos \Gamma$
Chaux carbonatée (Kalkspath W.)	1	1	1	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$5wv^2$	$5wv^2$	$5wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$
Arragonite (Arragonit W.)	$\sqrt{87}$	$\sqrt{87}$	$\sqrt{92}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$87wv^2$	$87wv^2$	$92wv^2$	$92wv^2$	$92wv^2$	$102wv^2$
Chaux phosphatée (Apatit W.)	2	2	1	0	0	$\frac{1}{2}$	$2wv^2$	$2wv^2$	wv^2	0	0	$2wv^2$
Chaux fluatée (Fluöspath W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Chaux sulfatée (Gyps W.)												
Baryte sulfatée (Schwerpath W.)	$\sqrt{20}$	$\sqrt{20}$	$\sqrt{21}$	0	0	$\frac{1}{2}$	$20wv^2$	$20wv^2$	$21wv^2$	0	0	$8wv^2$
Strontiane sulfatée (Cölestin W.)	$\sqrt{129}$	$\sqrt{129}$	$\sqrt{128}$	0	0	$\frac{1}{2}$	$129wv^2$	$129wv^2$	$128wv^2$	0	0	$66wv^2$
Magnésie boratée (Boracit W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Magnésie-sulfatée (Bitteralz W.)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	0	0	0	$3wv^2$	$3wv^2$	$2wv^2$	0	0	0
Chaux boratée siliceuse (Datholith W.)	3	3	$\sqrt{40}$	0	0	$\frac{1}{2}$	$9wv^2$	$9wv^2$	$40wv^2$	0	0	$6wv^2$
Potasse nitratée (Salpeter W.)	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{128}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$173wv^2$	$173wv^2$	$128wv^2$	$128wv^2$	$128wv^2$	$166wv^2$
oder	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{180}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$173wv^2$	$173wv^2$	$180wv^2$	$180wv^2$	$180wv^2$	$218wv^2$
Potasse sulfatée.	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$25wv^2$	$25wv^2$	$25wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$
Soude muriatée (Steinsalz W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Soude boratée (Borax W.)	$\sqrt{270}$	$\sqrt{312}$	$\sqrt{91}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$270wv^2$	$312wv^2$	$91wv^2$	$4\sqrt{456}$	0	0
Soude carbonatée (Mineralkali W.)	$\sqrt{14}$	$\sqrt{12}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{\frac{13}{8}}$	$\sqrt{\frac{7}{8}}$	$\sqrt{\frac{2}{2}}$	$14wv^2$	$12wv^2$	$5wv^2$	$5wv^2$	$7wv^2$	$21wv^2$
Ammoniaque muriatée (Salmiak W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2

Bb

*) $\alpha : \beta : \gamma = -1440 + 1080\sqrt{3} : 2025 - 900\sqrt{3} : 1144$, $\cos A = 0$, $\cos B = 0$, $\cos \Gamma = \sigma$, $\cos \Gamma = \frac{-3 + 4\sqrt{3}}{10}$

$\alpha^2 = (5572800 - 3110400\sqrt{3}) wv^2$, $\beta^2 = (6530625 - 3645000\sqrt{3}) wv^2$, $\gamma^2 = 1308736 wv^2$, $2\beta\gamma\cos A = 0$, $2\gamma\alpha\cos B = 0$, $2\alpha\beta\cos \Gamma = (11858400 - 6755400\sqrt{3}) wv^2$

	Verhältnisse der Kanten		Werthe von		Werthe von						$12\beta\gamma\cos A\cos B\cos C$	$\frac{1}{2}\alpha\beta\cos\gamma$
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos C$	α^2	β^2	γ^2	$\alpha\beta$	$\beta\gamma$	$\gamma\alpha$
Alumino sulfaté alcaline (Alaun W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Glauberite (Glauberit)	$\sqrt{77}$	$\sqrt{77}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{\frac{1}{77}}$	$\sqrt{\frac{1}{77}}$	$\sqrt{\frac{1}{77}}$	$\frac{1}{77}$	$\frac{1}{77}$	$\frac{1}{77}$	$\frac{1}{77}$	$\frac{1}{77}$	$\frac{1}{77}$
Quarz (Quarz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Zirkon (Zirkon, Hyazinth W.)	5	5	6	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{30}$
Corindon (Korund, Saphir, Diamant (path W.))	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Cymophane (Chrysoberyll W.)	$\sqrt{6}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	$\frac{1}{\sqrt{6}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$
Spinelle (Spinell, Zeylonit W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Emeraude (Smaragd, Beryll W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Enclase (Euklas W.)	$\sqrt{108}$	$\sqrt{77}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{\frac{1}{108}}$	$\sqrt{\frac{1}{77}}$	$\sqrt{\frac{1}{32}}$	$\frac{1}{108}$	$\frac{1}{77}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{77}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{32}$
Grenat (Granat, Pyrop, Melanit W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Amphigène (Leuzit W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Idocrase (Vesuvian W.)	$\sqrt{7}$	$\sqrt{7}$	$\sqrt{8}$	$\frac{1}{\sqrt{7}}$	$\frac{1}{\sqrt{7}}$	$\frac{1}{\sqrt{8}}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
Feldspath (Feldspath W.)	$\sqrt{38}$	$\sqrt{11}$	$\sqrt{33}$	$\sqrt{\frac{1}{38}}$	$\sqrt{\frac{1}{11}}$	$\sqrt{\frac{1}{33}}$	$\frac{1}{38}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{33}$	$\frac{1}{33}$	$\frac{1}{33}$	$\frac{1}{33}$
Turmaline (Schörl W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Amphibole (Bafaltische Hornblende, Strahlstein, Tremolith W.)	$\sqrt{263}$	$\sqrt{263}$	$\sqrt{16}$	$\sqrt{\frac{1}{263}}$	$\sqrt{\frac{1}{263}}$	$\sqrt{\frac{1}{16}}$	$\frac{1}{263}$	$\frac{1}{263}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{263}$	$\frac{1}{263}$	$\frac{1}{263}$
Pyroxène (Augit, Sahlit W.)	$\sqrt{313}$	$\sqrt{313}$	$\sqrt{52}$	$\sqrt{\frac{1}{313}}$	$\sqrt{\frac{1}{313}}$	$\sqrt{\frac{1}{52}}$	$\frac{1}{313}$	$\frac{1}{313}$	$\frac{1}{52}$	$\frac{1}{313}$	$\frac{1}{313}$	$\frac{1}{313}$
Yeuile (Lievrit W.)	$\sqrt{59}$	$\sqrt{59}$	$\sqrt{12}$	$\sqrt{\frac{1}{59}}$	$\sqrt{\frac{1}{59}}$	$\sqrt{\frac{1}{12}}$	$\frac{1}{59}$	$\frac{1}{59}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{59}$	$\frac{1}{59}$	$\frac{1}{59}$
Staurolite (Staurolith W.)	$\sqrt{59}$	$\sqrt{59}$	$\sqrt{28}$	$\sqrt{\frac{1}{59}}$	$\sqrt{\frac{1}{59}}$	$\sqrt{\frac{1}{28}}$	$\frac{1}{59}$	$\frac{1}{59}$	$\frac{1}{28}$	$\frac{1}{59}$	$\frac{1}{59}$	$\frac{1}{59}$
Hypersthène (Pantit W.)	$\sqrt{44}$	$\sqrt{44}$	$\sqrt{1}$	$\sqrt{\frac{1}{44}}$	$\sqrt{\frac{1}{44}}$	$\sqrt{\frac{1}{1}}$	$\frac{1}{44}$	$\frac{1}{44}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{44}$	$\frac{1}{44}$	$\frac{1}{44}$
Paramithine (Skapolith W.)	$\sqrt{8}$	$\sqrt{8}$	$\sqrt{1}$	$\sqrt{\frac{1}{8}}$	$\sqrt{\frac{1}{8}}$	$\sqrt{\frac{1}{1}}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
Mésotipe (Fasot-Zeolith W.)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{1}$	$\sqrt{\frac{1}{3}}$	$\sqrt{\frac{1}{3}}$	$\sqrt{\frac{1}{1}}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{2}$	$\sqrt{\frac{1}{5}}$	$\sqrt{\frac{1}{5}}$	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$

Stilbite (Strahl-Zeolith u. Bäuer ²¹)	72	5	12	0	0	0	72	25	12	0	0	0	18	0
Prehnite (Pfeinit W.)	41	1	21	0	0	0	41	4	21	0	0	0	4	18
Chabasie (Schabazit W.)	1	1	1	0	0	0	8	8	8	0	0	0	0	0
Analcime (Cubazit W.)	1	1	1	0	0	0	14	14	14	0	0	0	0	14
Nepheline (Nephelin W.)	14	14	3	0	0	0	13	13	13	18	18	18	8	8
Harmotome (Kreuzstein W.)	13	13	18	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0
Péridot (Kryolith W.)	5	5	8	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	4
Mica (Glimmer W.)	2	2	27	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0
Argent antimonie-sulfuré (Rothgültigerz W.)	1	1	1	0	0	0	11	11	11	0	0	0	0	11
Mercur sulfuré (Zinnober W.)	1	1	1	0	0	0	39	39	39	4	4	4	6	6
Plomb sulfuré (Bleiglanz W.)	1	1	1	0	0	0	13	13	13	8	8	8	14	14
Plomb chromaté (Rothbleierz W.)	39	39	2	0	0	0	13	13	13	12	12	12	18	18
Plomb carbonaté (Weiß-Bleierz W.)	13	13	12	0	0	0	19	19	19	0	0	0	0	19
Plomb phosphaté (Grün- und Braun-Bleierz W.)	1	1	1	0	0	0	41	41	41	32	32	32	50	50
Plomb molybdaté (Gelb-Bleierz W.)	41	41	32	0	0	0	79	79	79	64	64	64	24	24
Plomb sulfaté (Blei-Vitriol W.)	79	79	8	0	0	0	79	79	79	156	156	156	94	94
Cuivre pyriteux (Kupferkies W.)	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Cuivre gris (Fahlerz W.)	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Cuivre oxydulé (Roth-Kupfer-erz W.)	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Cuivre diophtase (Kupfermaragd W.)	1	1	1	0	0	0	53	53	53	38	38	38	38	38

	Verhältnisse der Kanten			Werthe von			Werthe von					
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos \Gamma$	α^2	β^2	γ^2	$2\beta\gamma\cos A$	$2\alpha\gamma\cos B$	$2\alpha\beta\cos \Gamma$
Fer oxydulé (Magnet-Eisenstein W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Fer oligiste (Eisenglanz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$19wv^2$	$19wv^2$	$19wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$
Fer arsénical (Gemeiner Arsenik-Kies W.)	$\sqrt{22}$	$\sqrt{22}$	$\sqrt{21}$	0	0	$\frac{4}{17}$	$22wv^2$	$22wv^2$	$21wv^2$	0	0	$16wv^2$
Fer sulfuré (Schwefelkies W.)	1	1	1	0	0	$\frac{4}{17}$	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Fer sulfaté (Eisen-Vitriol W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$17wv^2$	$17wv^2$	$17wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$
Etain oxydé (Zinnstein W.)	7	7	$\sqrt{80}$	$\frac{1}{7}\sqrt{20}$	$\frac{1}{7}\sqrt{20}$	$\frac{2}{7}$	$49wv^2$	$49wv^2$	$80wv^2$	$80wv^2$	$80wv^2$	$18wv^2$
Zinc oxydé silicifère (Galmey W.)	$\sqrt{33}$	$\sqrt{33}$	$\sqrt{68}$	$\frac{1}{\sqrt{33}}\sqrt{\frac{17}{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{33}}\sqrt{\frac{17}{2}}$	$\frac{2}{\sqrt{33}}$	$33wv^2$	$33wv^2$	$68wv^2$	$68wv^2$	$68wv^2$	$50wv^2$
Zinc sulfuré (Blende W.)	$\sqrt{33}$	$\sqrt{33}$	4	$\frac{2}{\sqrt{33}}$	$\frac{2}{\sqrt{33}}$	$-\frac{1}{\sqrt{33}}$	$33wv^2$	$33wv^2$	$16wv^2$	$16wv^2$	$16wv^2$	$-2wv^2$
Zinc sulfaté (Blende W.)	1	1	1	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$3wv^2$	$3wv^2$	$3wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$
Bi-muth natif (Gediegen Wis-muth W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Cobalt arsénical (Speiskobalt W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Cobalt gris (Glanzkobalt W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Arsénic sulfuré (Raußgelb W.)	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{6}$	$\sqrt{\frac{2}{13}}$	$\sqrt{\frac{2}{13}}$	$\frac{1}{\sqrt{13}}$	$13wv^2$	$13wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$	$10wv^2$
Manganèse oxydé (Grau-Braun-schneierz W.)	$\sqrt{41}$	$\sqrt{41}$	$\sqrt{6}$	0	0	0	$41wv^2$	$41wv^2$	$6wv^2$	0	0	0
Antimoine natif (Gediegen Spieß-glanz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Urane-oxydé (Uransglimmer W.)	1	1	$\sqrt{10}$	0	0	0	wv^2	wv^2	$10wv^2$	0	0	0
Titane oxydé (Rutil W.)	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{6}$	0	0	0	$5wv^2$	$5wv^2$	$6wv^2$	0	0	0
Titane anatase (Octaëdrit W.)	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{6}$	$\sqrt{\frac{2}{173}}$	$\sqrt{\frac{2}{173}}$	$\frac{1}{\sqrt{173}}$	$173wv^2$	$173wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$	$338wv^2$
Schœelin ferruginé (Wolfram W.)	$\sqrt{3}$	2	$\sqrt{12}$	0	0	0	$3wv^2$	$4wv^2$	$12wv^2$	0	0	0

Schéelin calcinaire (Schwefelstein W.)	$\sqrt{\frac{5}{1}}$	$\sqrt{\frac{5}{1}}$	$\sqrt{\frac{3}{1}}$	$\sqrt{\frac{2^6}{3}}$	$\sqrt{\frac{7^6}{8}}$	$\frac{5^6}{4^6}$	$\frac{3^6}{4^6}$	$\frac{3^6}{4^6}$	$\frac{7^6}{4^6}$
Diamant (Diamant W.)	$\sqrt{\frac{5}{1}}$	$\sqrt{\frac{5}{1}}$	$\sqrt{\frac{3}{1}}$	$\sqrt{\frac{2^6}{3}}$	$\sqrt{\frac{7^6}{8}}$	$\frac{5^6}{4^6}$	$\frac{3^6}{4^6}$	$\frac{3^6}{4^6}$	$\frac{7^6}{4^6}$
Mellite (Honigstein W.)	5	5	$\sqrt{32}$	$\frac{\sqrt{8}}{5}$	$\frac{\sqrt{8}}{5}$	$\frac{25^6}{4^6}$	$\frac{32^6}{4^6}$	$\frac{32^6}{4^6}$	$\frac{18^6}{4^6}$

Man kann ferner als einen Beweis für die Richtigkeit der obigen Hypothese über den innern Bau der Kryfstalle ansehn, daß sowohl die äußern Formen der Kryfstalle, als die Formen, womit ihre natürlichen Trennungsflächen parallel gehen, ausschließlich nur solche sind, die auf eine mit ihrer innern Structur übereinstimmende Art aus einer, dem Princip, daß die Quadrate der Abstände ihrer Atome sämtlich ganze Vielfache der nämlichen GröÙe sind, Genüge leistenden parallelepipedischen Stellungen-Art der Atome abgeleitet werden können, und daß selbst sehr einfache und regelmäßige, aber aus solchen Stellungen-Arten nicht ableitbare polyedrischen Formen, z. B. das reguläre Icosaëder, das reguläre Pentagonal-Dodecaëder *), das reguläre fünf- und sieben-seitige Prisma auch unter den Formen der Kryfstalle nicht vorkommen.

*) Siehe Haüy Traité de crystallographie, Tom. 2, pag. 23. 31.

Verbesserungen.

Seite 237 Zeile 7 von unten, statt „Erklärung“ lies „Erklärungen“

„ 239 : 17 - oben, ist „weiter“ auszustreichen.

- 243 - 6 - unten, statt „Fig. 1. 2. 3“ lies „Fig. 1. 3 u. 4“

„ 246 : 1 - - ist „abhängt“ auszustreichen.

II.

*Allgemeine Bemerkungen über die Temperaturen
des Erdkörpers und des Raumes, in welchem sich
die Planeten bewegen;*

VON

HERRN FOURIER.

(Fortsetzung.)

Man kann auf eine ziemlich genäherte Art den Wärmegrad bestimmen, welchen die Erdkugel erreichen würde, wenn sie an die Stelle eines der Planeten gesetzt wird; aber die Temperatur des Planeten selbst kann man nicht angeben, denn dazu müßte man die Beschaffenheit seiner Oberfläche und seiner Atmosphäre kennen. Diese Ungewissheit findet jedoch nicht für die an den Gränzen unseres Sonnensystems liegenden Körper Statt, wie z. B. für den Uranus. Die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf diesen Planeten ist offenbar unmerklich, und die Temperatur seiner Oberfläche wenig von der in den planetarischen Räumen oder an den Polen der Erde Statt findenden verschiedenen. Ich habe dies Resultat kürzlich in einer vor der Akademie gehaltenen Vorlesung entwickelt. Man sieht, daß diese Folgerung sich nun auf die entfernteren Planeten anwenden läßt und daß wir kein Mittel besitzen, die mittlere Temperatur der anderen planetarischen Körper mit einiger Genauigkeit zu bestimmen.

Die Bewegungen der Luft und der Gewässer, die Ausdehnung der Meere, die Höhe und Gestalt des Bodens, die Wirkungen der menschlichen Industrie und alle zufälligen Veränderungen der Erdoberfläche, ändern die Temperatur eines jeden Klima ab. Die Charactere der von allgemeinen Ursachen herrührenden Erscheinungen sind bleibend; aber die an der Oberfläche beobachteten thermometrischen Wirkungen weichen von denen ab, welche ohne den Einfluß dieser Nebenumstände Statt finden.

Die Beweglichkeit der Gewässer und der Luft mäßigen die Wirkungen der Wärme und Kälte; sie machen die Vertheilung derselben gleichförmiger; aber es ist unmöglich, daß die Wirkung der Atmosphäre jene allgemeine Ursache ersetzen könnte, welche die gemeinschaftliche Temperatur der planetarischen Räume unterhält; wenn jene Ursache nicht vorhanden wäre, so würde man ungeachtet der Wirkungen der Atmosphäre und der Meere, außerordentliche Unterschiede zwischen den Temperaturen der Polar- und Aequatorialregionen wahrnehmen,

Es ist schwer zu erkennen, wie weit der Einfluß der Atmosphäre auf die mittlere Temperatur des Erdkörpers reicht, da man bei dieser Untersuchung von keiner regelmäßigen mathematischen Theorie geleitet wird. Jedoch verdankt man dem berühmten Saussure einen Versuch, welcher sehr geeignet zu seyn scheint, diese Frage zu lösen. Der Versuch bestand darin, daß er den Sonnenstrahlen ein Gefäß aussetzte, welches mit einer oder mehreren recht durchsichtigen Glasplatten in einigem Abstand übereinander bedeckt war. Das Innere des Gefäßes ward mit einer

dicken Bekleidung von geschwärztem Kork gefüttert, um die Wärme aufzufangen und zu bewahren. In dem Gefäße und in jedem der Räume zwischen den Glasplatten waren Thermometer angebracht, welche den Wärmegrad der daselbst befindlichen erhitzten Luft angaben. Dieses Instrument wurde um Mittagszeit den Sonnenstrahlen ausgesetzt und man sah bei verschiedenen Versuchen das Thermometer des Gefäßes sich auf 70, 80, 100, 110° R. und darüber erheben. Die Thermometer in den Zwischenräumen erreichten viel geringere Wärmegrade, die von dem Boden des Kastens ab, bis zum äußersten Zwischenraum abnahmen.

Die Einwirkung der Sonnenwärme auf Luft, welche von durchsichtigen Mitteln eingeschlossen ist, hat man schon seit langer Zeit beobachtet. Der so eben beschriebene Apparat hatte zur Absicht, die erlangte Wärme auf ihr Maximum zu bringen und vor allem die Wirkung der Sonne auf einem sehr hohen Berge mit der zu vergleichen, welche in einer tiefer liegenden Ebene Statt hat. Diese Beobachtung ist eben so merkwürdig durch die richtigen als durch die ausgedehnten Folgerungen, welche der Erfinder aus ihnen abgeleitet hat. Sie ist mehrere Male zu Paris und Edinburg wiederholt worden und hat ähnliche Resultate gegeben.

Die Theorie dieses Instrumentes ist leicht zu begreifen. Es reicht hin zu bemerken, daß 1) die erhaltene Wärme sich anhäuft, weil sie nicht unmittelbar durch Erneuerung der Luft weggeführt werden kann, 2) daß die von der Sonne ausstrahlende Wärme in ihren Eigenschaften von der dunklen Wärme abweicht. Die Sonnenstrahlen dringen in

ziemlich beträchtlicher Menge durch die Gläser in alle Zwischenräume ein, bis zu dem Boden des Kastens. Sie erhitzen die Luft und die Wände, welche dieselbe umschließen; alsdann hört die ihnen mitgetheilte Wärme auf, leuchtend zu seyn und behält nur die gewöhnlichen Eigenschaften der dunklen Wärme. In diesem Zustande kann sie nicht die Glasplatten durchdringen, welche das Gefäß bedecken; sie häuft sich immer mehr und mehr in dem von schlecht leitender Materie eingeschlossenen Raume an und die Temperatur erhebt sich so weit bis die hinzuströmende Wärme genau derjenigen gleich ist, welche entweicht. Man wird diese Erklärung bestätigen und die Folgerungen deutlicher machen, wenn man die Bedingungen verändert, z. B. gefärbte oder geschwärzte Gläser anwendet und die Räume, welche die Thermometer enthalten, luftleer macht. Wenn man diese Wirkung durch den Calcul untersucht, so findet man Resultate, die völlig mit den durch die Beobachtung gegebenen übereinstimmen. Es ist nöthig, diese Ordnung der Thatfachen und der Resultate der Rechnung aufmerksam zu betrachten, wenn man den Einfluß der Atmosphäre und der Gewässer auf den thermometrischen Zustand der Erde untersuchen will.

In der That, wenn alle Luftschichten, aus welchen die Atmosphäre gebildet ist, ihre Dichte und Durchsichtigkeit behielten und nur die ihnen eigene Beweglichkeit verlören, so würde die solchergestalt festgewordene Masse, den Sonnenstrahlen ausgesetzt, eine Wirkung erzeugen von gleicher Art mit der, welche so eben beschrieben wurde. Die Wärme, welche im Zustand als Licht bis zur festen Erde ge-

langt, würde augenblicklich und fast gänzlich ihrer Eigenschaft feste, durchsichtige Körper zu durchdringen, beraubt; sie würde sich in den untern Schichten der Atmosphäre anhäufen und diesen dadurch eine sehr hohe Temperatur mittheilen. Zugleich würde man, von der Erde aus gegangen, eine Abnahme der erlangten Wärme wahrnehmen.

Die Luft, welche sich durch ihre Beweglichkeit nach allen Richtungen begiebt, und sich erhebt, wenn sie erwärmt wird, gleich wie die Strahlung der dunklen Wärme in die Luft, verringern die Intensität der Wirkungen, welche unter einer durchsichtigen und festen Atmosphäre Statt haben, ohne jedoch die Natur dieser Wirkungen gänzlich zu verändern. Die Abnahme der Wärme in den höhern Regionen der Luft hört keinesweges auf und die Temperatur kann durch die Vermittlung der Atmosphäre vermehrt werden, weil die Wärme im leuchtenden Zustand weniger Hindernisse findet um die Atmosphäre zu durchdringen, als um in die Luft zurückzukehren, wenn sie in dunkle Wärme verwandelt ist.

Wir wollen nun die Wärme betrachten, welche der Erdkörper zur Zeit der Bildung der Planeten befaß, und welche unter dem Einfluß der kalten Temperatur des planetarischen Himmels fortwährend zur Oberfläche entweicht.

Die Meinung eines innern, durch mehrere große Vorgänge beständig erzeugten Feuers hat sich zu allen Zeiten der Naturforschung erneuert. Das Ziel, welches ich mir heute gesetzt habe und was die jüngsten Fortschritte der mathematischen Wissenschaften zu erreichen erlauben, besteht darin, zu erkennen,

nach welchem Gesetze eine massive Kugel, die sehr lange in einem erhitzten Mittel verweilt, ihre ursprüngliche Wärme allmählig verliert, wenn dieselbe in einen Raum von einer constanten aber niedrigeren Temperatur als das erste Mittel gebracht wird. Vorzugsweise haben wir die Untersuchung zur Absicht, ob die gegenwärtige Temperatur der Erde noch ferner merklichen Veränderungen unterworfen seyn wird.

Die Gestalt des Erdsphäroïdes, die regelmässige Anordnung der innern Schichten, welche die Pendelversuche kennen lehrten, ihre mit der Tiefe wachsende Dichte und mehrere andere Betrachtungen beweisen sämmtlich, daß eine sehr hohe Wärme einstmals alle Theile des Erdkörpers durchdrungen hat. Diese Wärme entweicht durch die Strahlung in den umgebenden Raum, dessen Temperatur weit unter der liegt, bei welcher Wasser gefriert. Der mathematische Ausdruck des Erkaltungsgesetzes zeigt, daß die ursprüngliche Wärme in einer sphärischen Masse von so großer Ausdehnung wie die Erde, viel schneller an der Oberfläche abnimmt, als in den Theilchen, die in einer großen Tiefe liegen. Diese behalten fast ihre ganze Wärme während einer überaus langen Zeit. Die Wahrheit dieses Schlusses erleidet keinen Zweifel, da wir die Zeit für metallische Substanzen berechnet haben, welche viel besser leiten, als die Bestandtheile des Erdkörpers.

Es ist indeß klar, daß die Theorie allein, das Gesetz nicht vorzeichnen kann, welchem die Erscheinungen unterworfen sind. Es bleibt noch übrig zu untersuchen, ob man in den Schichten des Erdballes, wel-

che wir zu durchdringen vermögen, Spuren dieser Centralwärme finde. Man muß z. B. untersuchen, ob unterhalb der Erdoberfläche, in Tiefen, wo die täglichen und jährlichen Variationen gänzlich aufgehört haben, die Temperaturen der Punkte einer in das Innere der festen Erde verlängerten Vertikallinie sich mit zunehmender Tiefe erhöhen. Alle durch die unterrichtetsten Physiker unserer Tage gesammelten und geprüften Beobachtungen haben nun gelehrt, daß eine solche Temperaturzunahme wirklich vorhanden sey und sie ungefähr 1°C. auf 30 bis 40 Meter betrage. Die hieher gehörigen Beobachtungen, mit welchen man in neuester Zeit die Akademie unterhalten hat, bestätigen die früher beobachteten Thatfachen.

Die theoretische Aufgabe, welche wir uns vorgelegt haben, bezweckt: die Folgerungen aufzufinden, die sich mit Sicherheit aus dieser einzigen durch die Beobachtung gegebenen Thatfache ableiten lassen, und zu untersuchen, ob sie bestimmt: 1) die Lage der Wärmequelle, 2) den Temperaturüberschuß, welcher noch an der Oberfläche vorhanden ist.

Es ist leicht zu schließen und es folgt überdies aus einer strengen Analysis, daß die Temperaturzunahme im Sinne der Tiefe nicht durch die fortgesetzte Wirkung der Sonne erzeugt worden seyn kann. Die von diesem Gestirn ausgeströmte Wärme hat sich zwar im Innern der Erde angehäuft, aber die Zunahme derselben hat fast gänzlich aufgehört; und wenn die Anhäufung noch fort dauerte, so würde die Zunahme genau in einem entgegengesetzten Sinne Statt finden, wie wir sie so eben bezeichneten.

Die Ursache, welche den tieferen Schichten eine höhere Temperatur mittheilt, ist also eine innere, beständige oder veränderliche Wärmequelle, unterhalb den Punkten liegend, bis zu welchen man gelangen konnte. Diese Ursache erhöht die Temperatur der Erdoberfläche über den Werth, welchen ihr die alleinige Wirkung der Sonne ertheilt. Dieser Ueberschuß ist aber fast unmerklich geworden; wir überzeugen uns hiervon durch das mathematische Verhältniß, welches zwischen dem Anwuchs auf einem Meter und der Größe vorhanden ist, um welche die Temperatur der Erdoberfläche diejenige übersteigt, die ohne die erwähnte Wärmequelle Statt finden würde. Es gilt uns gleich, den Temperaturanwuchs für die Einheit der Tiefe oder den Temperaturüberschuß der Oberfläche zu messen.

Bei einer Eisenkugel würde ein Temperaturanwuchs von $\frac{1}{8}^{\circ}$ C. auf einen Meter die Temperatur der Oberfläche nur um $\frac{1}{4}^{\circ}$ C erhöhen. Diese Erhöhung steht, bei Gleichbleibung aller übrigen Umstände, im geraden Verhältnisse zum Wärmeleitungsvermögen der Substanz. Mithin ist der Temperaturüberschuß, welchen die Erdoberfläche zufolge dieser innern Wärmequelle darbietet, sehr klein, wahrscheinlich kleiner als $\frac{1}{8}^{\circ}$ C. Wohl zu merken ist, daß die letzte Folgerung auf alle Voraussetzungen anwendbar bleibt, die man über die Natur jener Wärmequelle machen könnte; sey es, daß man diese als örtlich oder allgemein, beständig oder veränderlich ansieht.

Untersucht man mit Aufmerksamkeit und nach den Grundsätzen der Mechanik alle hinsichtlich der Gestalt des Erdkörpers gemachten Beobachtungen, so

kann man nicht zweifeln, daß die Erde bei ihrer Entstehung eine sehr hohe Temperatur erhielt, und andererseits zeigen die thermometrischen Beobachtungen, daß die gegenwärtige Vertheilung der Wärme auf der Erdrinde genau diejenige ist, welche Statt finden würde, wenn der Erdball in einem Mittel von sehr hoher Temperatur gebildet worden und sich darauf beständig erkaltet habe. Es ist wichtig, die Uebereinstimmung dieser beiden Gattungen von Beobachtungen zu bemerken.

Die Aufgabe über die Erdtemperaturen ist uns stets als einer der wichtigsten Gegenstände des cosmologischen Studiums erschienen und wir hatten dieselbe vorzugsweise im Auge, als wir die mathematische Theorie der Wärme aufstellten. Seit unseren ersten Untersuchungen waren wir begierig, das Gesetz der innern Temperaturen einer soliden Kugel zu kennen, die durch Eintauchung in ein Mittel ursprünglich erhitzt, und darauf in ein kälteres Mittel gebracht worden. Die schon erwähnte Abhandlung vom J. 1807 enthält die vollständige Lösung dieser zuvor nie behandelten Aufgabe. Wir haben auch den veränderlichen Zustand einer Kugel betrachtet, welche folgeweise und auf eine beliebige Dauer zweien oder mehreren Mitteln von verschiedener Temperatur ausgesetzt gewesen, und darauf in einem Raum von unveränderlicher Temperatur dem Erkalten überlassen worden. Nachdem wir die allgemeinen Folgerungen der Lösung dieser Aufgabe gefunden hatten, behandelten wir besonders den Fall, wo die ursprüngliche in dem erhitzten Mittel erlangte Temperatur der ganzen Masse gemeinsam geworden und indem wir der soliden Kugel eine ausnehmende Größe beilegte, untersuchten wir, nach welcher Fort-

schreitung die Temperatur in den der Oberfläche zunächstliegenden Schichten abnehmen würde. Wendet man die Resultate der Analyse auf den Erdkörper an, um zu erkennen, was die allmählichen Folgen einer ähnlichen ursprünglichen Bildung seyn würden, so sieht man, daß der Temperaturanwuchs von $\frac{1}{30}^{\circ}\text{C.}$ auf einen Meter, betrachtet als aus der innern Wärme entspringend, ehemals viel größer war, und daß er gegenwärtig mit einer außerordentlichen Langsamkeit abnimmt, so daß mehr als 30000 Jahre verstreichen müssen, bevor sein jetziger Werth auf die Hälfte herabsinkt. Was den Temperaturüberschuß an der Oberfläche betrifft, so verändert sich derselbe nach dem nämlichen Gesetze; die secularé Verminderung oder die Größe, um welche derselbe innerhalb eines Jahrhunderts abnimmt, ist gleich seinem jetzigen Werth, dividirt durch die doppelte Zahl der Jahrhunderte, welche seit dem Anfange der Erhaltung verfloßen sind, und da uns eine Gränze dieser Zahl durch die geschichtlichen Ueberlieferungen gegeben ist, so kann man daraus schließen, daß, von den Zeiten der griechischen Schule zu Alexandrien an, die Temperatur der Oberfläche sich vermöge dieser Ursache nur um $\frac{1}{30}$ eines hunderttheiligen Grades verringert hat. Man findet hier denselben Charakter von Unveränderlichkeit, welchen gegenwärtig alle große Erscheinungen des Weltalls darbieten. Diese Unveränderlichkeit ist übrigens ein nothwendiges Resultat und hängt nicht von der Betrachtung des ursprünglichen Zustandes ab, weil der gegenwärtige Ueberschuß der Temperatur ausnehmend klein ist und er sich während einer unendlich langen Zeit verringern wird.

Die Wirkung der ursprünglichen Wärme, welche die Erde behalten hat, ist also auf der Erdoberfläche so zu sagen unmerklich geworden; aber sie zeigt sich schon in zugänglichen Tiefen, weil daselbst die Temperatur der Schichten mit der Entfernung von der Oberfläche zunimmt. Dieser Anwuchs auf die Einheit des Mafses bezogen, wird nicht denselben Werth in größeren Tiefen besitzen; er vermindert sich mit dieser Tiefe; aber dieselbe Theorie zeigt uns, daß die überschüssige Temperatur, welche an der Oberfläche fast Null ist, in einer Tiefe von einigen Myriametern ungeheuer groß seyn kann, so daß die Wärme der zwischenliegenden Schichten, die der glühenden Materien bei weitem überschreiten kann.

Im Verlauf von Jahrhunderten erleiden die inneren Temperaturen große Veränderungen; aber an der Oberfläche haben diese Veränderungen aufgehört und die beständige Entweichung der eigenen Wärme kann für die Zukunft keine Erkältung des Klimas hervorbringen. Es ist wichtig zu bemerken, daß die mittlere Temperatur eines Ortes durch andere zufällige Ursachen Veränderungen erleiden kann, die unvergleichlich größer sind, als die, welche aus der seculären Abkühlung des Erdballes erfolgen.

Die Begründung und die Fortschritte der Civilisation, die Wirkung der Naturkräfte, können auf sehr großen ausgedehnten Landstrecken die Beschaffenheit des Bodens, die Vertheilung der Gewässer und die großen Bewegungen der Luft abändern. Solche Vorgänge sind geeignet, im Verlauf von Jahrhunderten einen Einfluß auf die mittlere Wärme auszuüben; denn die analytischen Ausdrücke enthalten

Coëfficienten, die sich auf die Beschaffenheit der Oberfläche beziehen und einen großen Einfluß auf den Werth der Temperatur haben.

Obgleich die Wirkung der innern Wärme nicht mehr an der Erdoberfläche merkbar ist, so läßt sich dennoch die totale Menge dieser Wärme, welche innerhalb einer gegebenen Zeit, z. B. innerhalb eines Jahres oder Jahrhunderts, verstreicht, messen und wir haben sie bestimmt. Diejenige, welche im Verlauf eines Jahrhunderts eine Fläche von einem Quadratmeter durchdringt und sich in den Himmelsraum ausbreitet, könnte eine Eissäule schmelzen, die diesen Quadratmeter zur Basis und ungefähr 3 Meter zur Höhe hätte.

Diese Folgerung fließt aus einem Hauptsatze, der allen Aufgaben über die Bewegung der Wärme zukommt und vor allem auf die der Erdtemperaturen eine Anwendung findet; ich spreche hier von der Differentialgleichung, welche für jeden gegebenen Augenblick den Zustand der Oberfläche ausdrückt. Diese Gleichung, deren Wahrheit leicht einzusehen und zu beweisen ist, giebt eine einfache Beziehung zwischen der Temperatur eines Elementes der Fläche und der senkrechten Bewegung der Wärme. Besonders ist dies theoretische Resultat darum wichtig, weil es unabhängig ist von der Form und GröÙe der Körper und immer Statt findet, wie auch die Natur der homogenen oder heterogenen Substanzen seyn mag, aus welchen die innere Masse besteht. Die Folgerungen, welche man aus dieser Gleichung ableitet, sind also absolut, und behalten für jede mögliche materielle Beschaffenheit und jeden möglichen ursprünglichen Zu-

stand des Erdkörpers ihre Anwendung. Nachdem die Principien der Aufgabe über die Temperaturen der Erde einzeln erklärt worden, hat man noch alle so eben beschriebene Wirkungen unter einem allgemeinen Gesichtspunkt zu vereinigen und dadurch wird man sich eine richtige Idee von dem Gesammten der Erscheinungen machen.

Die Erde empfängt die Strahlen der Sonne, welche in ihre Masse eindringen und sich dafelbst in dunkle Wärme verwandeln; sie besitzt auch seit ihrer Entstehung eine eigenthümliche Wärme, welche fortwährend zur Oberfläche hinaus entweicht; endlich empfängt sie auch die Licht- und Wärmestrahlen der unzählbaren Gestirne, zwischen welchen das Sonnensystem gelagert ist. Das sind die drei Hauptursachen, die die Temperatur der Erde bestimmen. Die dritte, nämlich der Einfluß der Gestirne, kann gleich gesetzt werden dem Daseyn einer unendlich großen, von allen Seiten geschlossenen Hülle, deren constante Temperatur wenig unter derjenigen liegt, die wir in den Polarregionen beobachten.

Man könnte ohne Zweifel bei der strahlenden Wärme bisher unbekannte Eigenschaften voraussetzen, die die Stelle der ursprünglichen, dem Raume beigelegten Temperatur verträten. Indess lassen sich alle bekannte Thatfachen bei dem gegenwärtigen Zustand der physikalischen Wissenschaften auf natürliche Weise erklären, ohne zu andern als auf positive Beobachtungen sich stützenden Eigenschaften seine Hülfe zu nehmen. Es reicht hin sich vorzustellen, daß die planetarischen Körper in einem Raume von constanter Temperatur befindlich sind. Ich habe

untersucht, wie groß diese Temperatur seyn müßte, damit die thermometrischen Erscheinungen denen ähnlich wären, die wir beobachten, und habe gefunden, daß sie gänzlich von diesen abweichen würden, wenn man eine absolute Kälte des Raumes annähme; wenn man aber nach und nach die gemeinschaftliche Temperatur der Hülle höher annimmt, so sieht man Erscheinungen entstehen, die denen, welche wir kennen, ähnlich sind. Man kann demnach behaupten, daß die gegenwärtigen Erscheinungen denen gleich sind, welche erzeugt würden, wenn die Strahlung der Gestirne allen Punkten des planetarischen Raumes die angezeigte Temperatur mittheilte.

Die ursprüngliche innere Wärme, welche noch nicht entwichen ist, erzeugt nur eine sehr geringe Wirkung an der Oberfläche der Erde; sie verräth sich durch eine Erhöhung der Temperatur in den tiefen Erdschichten. In sehr großen Abständen von der Oberfläche kann sie die höchsten Temperaturen übersteigen, die man schon gemessen hat.

Die Wirkung der Sonnenstrahlen ist in den Schichten an der Oberfläche der Erde periodisch; in den tiefen Orten ist sie beständig. Diese feste Temperatur der innern Theile ist nicht überall die nämliche; sie hängt hauptsächlich von der Breite des Ortes ab.

Die von der Sonne herrührende Wärme hat sich im Innern der Erde angehäuft und ihr Zustand ist unveränderlich geworden. Diejenige, welche durch die Aequatorialregionen eindringt, wird genau von der Wärme compensirt, welche zu den Polarregionen hinaus entweicht. Mithin giebt die Erde dem Himmelsraum alle Wärme wieder, welche sie von der

Sonne empfängt und sie fügt selbst einen Theil ihrer eigenen hinzu.

Alle Wirkungen der Sonnenwärme auf Erde werden durch die Dazwischenkunft der Atmosphäre und durch die Gegenwart der Gewässer abgeändert. Die grossen Bewegungen dieser Flüssigkeiten machen die Vertheilung gleichförmiger.

Die Durchsichtigkeit der Gewässer und der Luft scheinen zur Erhöhung des erlangten Wärmegrades beizutragen, weil die leuchtende Wärme ziemlich leicht in das Innere der Masse eindringt und die dunkle Wärme viel schwieriger einen entgegengesetzten Weg nimmt.

Die Abwechselungen der Jahreszeiten werden von einer ungeheuren Masse von Sonnenwärme unterhalten, welche an der Oberfläche der Erde oscillirt, sechs Monate lang in dieselbe eindringt und während der andern Hälfte des Jahres wieder von der Erde in die Luft zurückkehrt. Nichts trägt mehr zur Erläuterung dieses Theiles der Aufgabe bey, als Versuche, in welchen man die Wirkungen der Sonnenstrahlen an der Erdoberfläche mit Genauigkeit misst. Aus diesem Grunde habe ich mit grossem Interesse der Vorlesung einer von Hrn. Profess. Pouillet eingereichten Abhandlung zugehört, und wenn ich im Verlauf dieses Aufsatzes dieser experimentalen Untersuchung nicht gedachte, so geschah es einzig deshalb, um dem Bericht, welcher von jener Abhandlung gemacht werden muß, nicht vorzugreifen.

Ich habe in dieser Abhandlung die Hauptelemente der mathematischen Untersuchung über die Erdtempe-

raturen vereinigt. Sie ist aus den Resultaten meiner schon vor längerer Zeit bekannt gemachten Untersuchungen gebildet worden. Als ich diese Gattung von Aufgaben zu behandeln anfang, war noch keine mathematische Theorie der Wärme vorhanden und man konnte selbst zweifeln, ob gar eine solche möglich sey. Die Abhandlungen und Werke, in welchen ich diese Theorie aufstellte und welche die genaue Auflösung der Fundamentalaufgaben enthalten, sind dem Publikum bereits für sich übergeben oder seit mehreren Jahren den wissenschaftlichen Zeitschriften einverleibt. Der gegenwärtige Aufsatz hat einen andern Zweck, denjenigen nämlich, die Aufmerksamkeit auf eine der größten Aufgaben in der Physik hinzulenken und die allgemeinen Gesichtspunkte und Folgerungen derselben vorzulegen. Es würde unmöglich seyn, bei einem so ausgedehnten Gegenstande, welcher neben den Resultaten einer schwierigen und neuen Analyse auch noch sehr verschiedenartige physikalische Betrachtungen begreift, alle Zweifel zu heben. Man wird mit der Zeit die genauen Beobachtungen vervielfältigen; man wird die Gesetze der Bewegung der Wärme in Flüssigkeiten und in der Luft untersuchen; man wird vielleicht andere Eigenschaften der strahlenden Wärme entdecken, so wie Ursachen, welche die Temperaturen des Erdkörpers abändern; allein die Hauptgesetze der Bewegung der Wärme sind bekannt. Diese Theorie, welche auf unveränderlichen Grundsätzen beruht, bildet einen neuen Zweig der mathematischen Wissenschaften. Gegenwärtig besteht dieselbe aus den Differentialgleichungen der Wärmebewegung in den festen und flüssigen Körpern, aus den Integralen dieser Glei-

chungen und aus den Lehrsätzen, welche sich auf das Gleichgewicht der strahlenden Wärme beziehen.

Diese Theorien werden in der Zukunft eine weitere Ausdehnung gewinnen und nichts wird mehr zu ihrer Vervollkommnung beitragen, als zahlreiche Reihen genauer Beobachtungen; die mathematische Analyse kann, (wenns erlaubt ist, diese Betrachtung hier zu wiederholen) aus allgemeinen und einfachen Erscheinungen, den Ausdruck für die Naturgesetze ableiten, aber die Anwendung dieser Gesetze auf sehr zusammengesetzte Erscheinungen erfordert eine lange Reihe genauer Beobachtungen.

III.

Uebersicht über sämtliche in den letzten Jahren in Cornwall und dem nördlichen England angestellte Beobachtungen über die Temperatur in Bergwerken und deren Zunahme mit der Tiefe.

(Im Auszuge aus mehreren vor Kurzem erschienenen Abhandlungen, in den Verhandlungen der K. Geologischen Gesellschaft von Cornwall, und anderen Werken). *)

„Seit mehreren Jahren sind in Cornwall, vorzüglich unter Leitung der HH. R. VV. Fox und M. P. Moyle, Mitgliedern der K. Geologischen Gesellschaft von Cornwall, Untersuchungen über die Temperatur in Bergwerken angestellt worden. Die Ergebnisse derselben sind von Zeit zu Zeit in den *Annals of Philosophy* und in andern Schriften bekannt gemacht wor-

*) Die gegenwärtige Abhandlung ist im Wesentlichen noch eine freie Bearbeitung des verstorbenen Gilbert, unter dessen Papieren ich dieselbe in Brouillon vorfand. Sie gehört also im eigentlichen Sinne noch zu dem Theile der Annalen, der unter des Verewigten Namen erscheint, und findet hier um so eher eine passliche Stelle, als sie zum Theil die Belege enthält zu dem, was in dem vorgehenden Aufsatz theoretisch behandelt wurde. Eine erschöpfende Darstellung von allen mit diesem Gegenstande in Verbindung stehenden Thatfachen zu liefern, erlaubte der Raum nicht; dagegen habe ich am Schlusse dieses, die hauptsächlichsten der hieher gehörigen Temperaturbeobachtungen in gedrängter Kürze hinzugefügt. Uebrigens ist Alles sorgfältig mit den Originalen verglichen worden. P.

den; vollständige Uebersichten der von jedem dieser Beobachter und von dem verstorbenen Sekretair der Gesellschaft, Dr. Forbes, erhaltenen Resultate sind aber erst vor Kurzem in dem zweiten Bande der Verhandlungen dieser Gesellschaft erschienen. Da der Gegenstand wichtig und von vielem Interesse ist, so theilen wir dem Leser in möglichster Kürze diese Uebersicht mit und fügen ihnen bei: die Thatfachen, welche Hr. Fox in seinem spätern Aufsatze bekannt gemacht hat; ferner Hrn. Moyle's Antwort sowohl auf Hrn. Fox frühere, wie auf dessen neueste Bemerkungen, und auf die Beobachtungen und Behauptungen des Dr. Forbes; endlich einen Auszug aus Hrn. Balde's Aufsatz über die Temperatur in einigen unserer nördlichen Steinkohlengruben — damit man alles beisammen finde, was in unserem Lande seit Kurzem über diesen Gegenstand verhandelt worden ist.“

So weit die Einleitung in Hrn. Tillocks Zeitschrift. Hier habe ich noch hinzuzufügen — diese sind die Worte des verewigten Gilbert — daß ich, um dem Leser die richtige Einsicht und die Beurtheilung der Thatfachen, welche hier zur Sprache gebracht werden und die für Geognosie und Physik gleich interessant sind, zu erleichtern, die Ordnung der Aufsätze verändert habe, und mit der lehrreichen Abhandlung den Anfang mache, welche von dem ersten Sekretair der seit etwa zehn Jahren bestehenden Gesellschaft herrührt, dem verstorbenen Dr. Forbes, den meine Leser schon aus dem kennen, was ich ihnen aus den jährlichen meteorologischen Berichten der Gesellschaft für das Jahr 1821 (Annal. 1823. St. 3) mitgetheilt habe.

I. Beobachtungen und Folgerungen des Dr. Forbes zu Penzance, ersten Sekretairs der Cornwaller Geolog. Gesellschaft.

Der Aufsatz des Dr. Forbes in dem 2ten Bande der Verhandlungen der Geologisch. Gesellschaft von Cornwall enthält in dem ersten Theile das Originaljournal seiner Beobachtungen über die Temperatur verschiedener Bergwerke in Cornwall, und in dem 2ten Theile eine Erörterung über die fremden äußeren Quellen von Wärme (*extraneous sources of heat*), welche zu der höheren Temperatur in der Tiefe beizutragen scheinen, und in der Ueberzeugung, es werde durch seine Beobachtungen unwidersprechlich dargethan, daß die Erdwärme beim Hinabsteigen in die Tiefe zunehme, zum Schluß noch einige Bemerkungen über den wahrscheinlichen Ursprung der inneren Wärme der Erde.

Zum bessern Verständniß schickt Hr. Dr. F. einige Bemerkungen voraus über die Natur und innere Oekonomie der Cornwaller Bergwerke, in denen sie gemacht worden sind. Aus ihnen ist Folgendes die Hauptsache. Man erhält eine ziemlich richtige Vorstellung von einer *Metallader* oder dem, was die Bergleute einen *Gang* (*lode*) nennen, wenn man sich eine der lothrechten Lage mehr oder minder näher kommende mit Erzen ausgefüllte Spalte in der steinigen Kruste der Erde denkt; der Zweck des Bergbaues ist, diese dünne erzhaltige Ebene aus dem Felsengestein herauszuarbeiten. Der Bergmann macht zu dem Ende mehrere horizontale Aushöhlungen (*galleries*) übereinander, welche man Strecken (*levels*, in Cornwall) nennt, zu Anfange meistens 2 Fuß weit und 6 Fuß hoch, die aber nach Umständen häufig sehr erweitert

werden und von lothrecht hinabgehenden Anshöhlungen, Schächte (shafts) genaunt, durchschnitten werden. Durch letztere führt man das in den Strecken losgearbeitete Erz zu Tage, so wie man mit Abfenken eines Schachtes in der Regel einen Bergbau anfängt. Die Strecken werden von den Schächten aus betrieben, und sind durch Zwischenräume von 10 bis 30 Lachtern *) von einander getrennt; wenn sie eine Länge von 20 bis 100 Lachter erreicht haben, wird des Wetterwechsels und anderer Vorthelle wegen ein zweiter Schacht abgeteuft, der alle Strecken eben so wie der erste durchsetzt; auch verbindet man nicht selten zwei Strecken durch einen Nebenschacht (*a wins* genannt), der nur von der einen zur nächstfolgenden geht. Baut ein Bergwerk auf mehrere Gänge, wie das häufig der Fall ist, so laufen in einerlei Tiefe gewöhnlich mehrere Strecken neben einander und es werden dann durch das feste Gestein (in *Cornwall Country* genannt) Verbindungsstrecken getrieben, unter dem Namen von *Querschlügen* (cross-cuts).

Gleich den Maulwürfen arbeitet der Bergmann in Cornwall nicht in Gesellschaft, sondern allein und in der Stille. Selten sieht man in einer Strecke mehr als 3 oder 4 Mann (Häuer), bei dem schwachen Schein eines Talglichtes, das gewöhnliche Geschäft des Bohrens und Losbrechens, mit wenig Getöse und in sehr eingengtem Raume, betreiben. Selten hört ein Häuer den andern arbeiten, den Knall beim Sprengen ausgenommen; nur in der Nähe des Hauptschachtes hört

*) So ist hier durchgehends übersetzt was die englischen Bergleute *fathom* nennen, nämlich eine Länge von 6 englischen Füssen.

man ein beständiges Getöse von den übereinander stehenden Pumpen, dessen Einförmigkeit dann und wann durch das Rasseln der an die Wände anstoßenden Förderungstonnen unterbrochen wird. Ueberall im Bergwerke herrscht Finsterniß, wo nicht das Licht des Bergmannes sie verscheucht, und in den Strecken, die oft so niedrig sind, daß man auf allen Vieren kriechen muß, hat der Staub und das aus den Ritzen tröpfelnde Wasser, Schmutz und Koth erzeugt. Durch Losbrechen des losen Gesteins und durch Ab Sprengen des festen mit Pulver werden die Strecken erweitert. Jeder Bergmann hat ein Talglicht und zum Leuchter dient ihm ein Stück Letten, mittelst dessen er es an die Wand der Strecke anklebt; dazu kommen noch auf jeder Strecke ein oder zwei Jungen, welche die ausgebrochenen Erze auf Karren mit Rädern (*wheel barrows*, Hunde) heräusschaffen, auf denen ebenfalls ein Licht, wie gewöhnlich unter Tage statt des Leuchters, mit einem Thonklumpen befestigt ist. Mehrmals unternimmt eine Gemeinschaft von Bergleuten (*a pair* genannt) die Arbeit in einer einzelnen Gallerie und theilt sich in 3 Theile, die einander alle 6 bis 8 Stunden ablösen, so daß die Arbeit ununterbrochen fortgeht, mit Ausnahme der Sonntage. Dennoch geht es mit dem Aushöhlen sehr langsam, oft ist die Arbeit einer ganzen Woche einer Mannschaft von 20 bis 30 Knappen auf ein, zwei oder drei Fuß und täglich nur auf einige Zolle beschränkt. In lockeren Gängen und in Killas-Distrikten geht es etwas rascher, in andern aber nicht selten noch langsamer. Sehr selten hat der Gang die ganze Breite des Schachtes oder der Strecke, und oft ist das Gestein an beiden

Seiten auch lockerer Gänge sehr fest. Nie ist oder schläft der Cornwaller Bergmann unter Tage; nach vollendeter Schicht geht er jedesmal nach Hause oft mehrere englische Meilen weit.

Nach Verschiedenheit der topographischen Verhältnisse der Oberfläche und je nachdem die Natur der Gebirgsart und der den Gang ausfüllenden Gang- und Erzarten, die Anzahl und Mächtigkeit der Gänge und ihre Durchkreuzung es mit sich bringt, ist die Menge des Tagewassers in Bergwerken sehr verschieden. Manche auf dem Gange oder quer durch das Feld getriebene Strecken sind völlig trocken, die meisten aber feucht. Gewöhnlich sickert das Wasser fast unmerklich aus dem Gange und aus den Wänden der Strecke; an dem Boden der Strecken sammelt es sich allmählig und die meisten derselben sind Hunderte von Fuß lang mit schmutzigem Wasser einige Zoll hoch, manchmal selbst einen Fuß hoch und höher bedeckt. Höchst selten dringen zusammenhängende Wasseradern oder Quellen aus dem Gange hervor, doch findet sich davon hier und da ein Beispiel. In den meisten Bergwerken ist strömendes Wasser vorhanden, indem das Tagewasser aus den oberen Strecken oder den verlassenen Theilen der Grube den Pumpen zufließt. Während des Winters oder vielmehr im Frühling, einige Zeit nachdem die regnerische Jahreszeit vorbei ist, sind die Gruben am wasserreichsten; denn es bedarf einiger Zeit, bevor das Tagewasser bis zur beträchtlichen Tiefe hinabsinkt. Die Meinung des Bergmanns: *trockner Ostwind mache die Wässer wachsen*, ist nur in sofern richtig, als trockner Ostwind bei uns in der Regel im Frühling

eintritt, wenn das Regenwasser der vorhergehenden Monate Zeit gehabt hat, bis in die Tiefe der Bergwerke durch den Gang und das Gebirge hinabzuzukern. In nicht tiefen Bergwerken ist die Verschiedenheit der Wassermenge nach den Jahreszeiten und deren Feuchtigkeit am merkbarsten. Es ist merkwürdig, daß in einigen Bergwerken, in welchen Strecken unter dem Meere fortgetrieben sind, weniger Wasser von oben herabfließt, als in anderen. Dieses war sonst in der Grube Huel Cock im Kirchspiele St. Just zu bemerken und ist noch jetzt in den Gruben Botallak und Little Bounds desselben Kirchspiels wahrzunehmen.

Damit die Gruben - Arbeiten nicht unter Wasser gesetzt werden, hebt man dieses aus dem Sumpfe (*sump*) durch eine Reihe übereinanderstehender Pumpen empor, zu deren Kästen das Wasser aus den oberen Teufen geleitet ist. Sie werden alle mittelst eines einzigen Schachtgestänges, an dem die Kolben hängen, in Bewegung gesetzt, und eine hebt der anderen das Wasser zu, von dem Tiefsten bis zu dem Stollen (*adit*), durch den es alsdann mit sanftem Fall bis zu Tage fließt. Aus mehreren Kornischen Bergwerken wird auf diese Art eine sehr bedeutende Menge Wasser herausgepumpt, z. B. in *Huel Abraham* alle 24 Stunden aus einer Tiefe von 1440 Fuß ungefähr 2092320 Gallonen; in *Dolcoath* aus fast gleicher Tiefe 535173 Gallonen, und in *Huel Vor* aus 950 Fuß Tiefe 1692660 Gallonen.

Um von dem *Wetterwechsel* (*Ventilation*) in den Bergwerken einen deutlichen Begriff zu geben, muß ich mich auf das Ergebnis meiner weiterhin folgenden Beobachtungen über die Temperatur der Luft, des Wassers und des Gesteins im Tiefsten der Bergwerke

beziehen. Ihnen zufolge beträgt die Temperatur am Boden unserer tiefsten Gruben (z. B. Dolcoath und Huel Abraham) über 80° F. ($21\frac{1}{4}^{\circ}$ R.); in den etwas weniger als 1000 Fuß tiefen, steigt sie auf 70° F. ($16\frac{2}{3}^{\circ}$ R.) und selbst in den nur 200 bis 400 Fuß tiefen, übertrifft sie die mittlere Temperatur des Klimas noch um 5 bis 6° F. ($2\frac{2}{3}$ bis $2\frac{3}{4}^{\circ}$ R.). Diese höhere Temperatur in der Grube muß (wie sie auch entstehen möge) ein Ansteigen der wärmeren Luft, und um sie zu ersetzen, ein Herabsinken der kälteren äußeren Luft in den Schächten bewirken. Wie weit der Wetterwechsel in den Bergwerken reicht, hängt von mehreren Umständen ab, besonders von ihrer Tiefe, der Anzahl ihrer Schächte, der mehreren oder minderen Verbindung zwischen ihren verschiedenen Strecken, und auch von der Beschaffenheit des *Windes* an der Oberfläche der Erde. Die erkältende Wirkung heftiger Winde ist in wenig tiefen Bergwerken sehr merkbar; und selbst in den sehr tiefen Bergwerken äußert die Stärke und Richtung des Windes einen bedeutenden Einfluß auf den Wetterwechsel oder die Ventilation.

Hr. John Rule der jüngere, einer der Vorsteher der prachtvollen Bergwerke von Dolcoath, hat mir folgende Beobachtungen über diesen Gegenstand mitgetheilt. Einige Versuche, die er mit in die Schächte hineingeworfenen Federn, Papierstücken und Stroh über die Richtung des Luftzuges angestellt hat, lehrten ihn, daß unter den 25 Hauptschächten, welche insgesamt auf dem Hauptgange stehen, 13 einen starken Luftzug herabwärts und 12 einen nahe ebenso starken Luftzug heraufwärts besaßen, und einige

sehr stark, so daß Federn um viele Fufs schnell in ihm anstiegen, andere schwächer. Dieses ist, so viel ich weiß, der erste Versuch solcher Art. Aus der gemeinen Erfahrung weiß man jedoch, daß dieser Luftzug sich in den Bergwerken mit dem Winde an der Oberfläche der Erde verändert, daß die Luft in Schächten, in welchen sie zu gewissen Zeiten hinabbläst, bei Veränderung des Windes aufwärts strömt und umgekehrt. Auch von den Strecken (levels) unter Tage gilt etwas Aehnliches; nach Verschiedenheit der Winde durchstreicht sie der Luftzug bald in einer, bald in der entgegengesetzten Richtung zu verschiedenen Zeiten. Auch die Stärke des Luftzuges unter Tage hängt von der Stärke des Windes über Tage ab; bläst er heftig, so ist auch der Luftzug unter Tage stark, und umgekehrt. Wo Strecken durch Schächte oder Querschläge, oder wo zwei Schächte durch eine Strecke mit einander verbunden sind, fehlt es uns unter Tage, selbst im Tiefften nie an guten Wettern, und der Luftzug ist da im Tiefften wohl so stark, daß er ein Licht ausbläst. Nur wo Strecken bedeutend weit von einem Schachte fortgetrieben oder Schächte bedeutend tief unter die Strecken abgesunken sind, ohne irgendwo anders durchschlägig zu seyn, fehlt es an guter Luft, und in diesen Fällen müssen wir häufig zu künstlichen Wettermaschinen unsere Zuflucht nehmen, um solche Strecken und Absenkungen mit guter Luft zu versehen. So bedeutend daher auch der Luftzug in den Schächten und mehr offenen Strecken ist, so läßt sich doch in dem größten Theil der Strecken gar kein Wetterwechsel oder nur ein sehr schwacher wahrnehmen, nämlich in allen, welche bloß an einem Ende mit ei-

nem Schachte oder durch einen Querschlag mit einer andern Strecke in Verbindung stehen (und so sind die meisten Strecken, worin gearbeitet wird, beschaffen); in einiger Entfernung von ihrem offenen Ende hört der Luftzug auf, und ist auch in der That keiner möglich. Mehrere Strecken, die einige hundert Fuß lang sind, haben keinen andern Ausgang als in den Schacht. Dafs man in den Bergwerken sich keiner Laternen bedient, ist der beste Beweis von der allgemeinen Stille der Luft in ihnen. Beim Besuche dieser Regionen der Finsternifs ist mir das Licht nur höchstens ein- oder zweimal ausgeblasen worden.“ So weit Hr. John Rule.

Dr. Forbes läst nun auf diese Einleitung die Journale seiner Thermometerbeobachtungen folgen, welche er in 6 verschiedenen Bergwerken angestellt hat. Für unsern Zweck genügen die mittleren Resultate der Beobachtungen, wie sie von ihm im ersten Theile der folgenden Tafel zusammengestellt sind. In dem zweiten Theile der Tafel findet man eine Uebersicht über den Betrieb und die Beschaffenheit jedes der 6 Bergwerke, nach dem, was Dr. Forbes darüber angiebt.

Die mit *L* bezeichneten Spalten enthalten die Temperaturen der *Luft*, und die mit *W* bezeichneten, die Temperaturen des *Wassers*.

I. Temperaturen nach Fahrenheit'scher Scale in Tiefen von englischen Fussen.	Huel Neptune Kupf. Gr. in Killas. (a)		Botallak Zinn und Kupf. Gr. (b)		Little Bounds ZinnGr. in Killas und Granit. (c)		Ding- DongZinn Grube in Granit.		Huel Vor Zinn Gr. in Killas.		Dolcoath Kupfer Grube in Granit.		Huel Abraham Kupfer Grube in Killas. (e)		Mittel.
	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	
von 120 bis 150	57	—	59	57	—	—	55	—	—	—	—	—	57	—	57
150 — 200	56	—	60	58	54	54	—	—	—	—	—	—	57	56	56
200 — 250	56	—	61	—	57	55	—	—	60	57	—	—	58	56	58
250 — 300	56	55	61	59	57	59	—	—	—	—	60	—	58	58	55
300 — 350	58	54	—	—	56	55	—	—	—	—	—	—	57	55	55
350 — 400	—	57	66	62	—	—	55	54	—	—	—	—	60	59	59
400 — 450	60	—	66	—	—	—	56	54	—	—	—	—	61	54	54
450 — 500	—	—	—	—	—	—	60	59	61	60	—	—	60	59	59
500 — 550	67	67	68	68	—	—	—	63	—	—	—	—	65	65	65
550 — 600	—	—	—	—	—	—	63	63	61	63	—	—	63	63	63
600 — 650	—	—	—	—	—	—	62	63	65	64	—	—	62	63	63
650 — 700	—	—	—	—	—	—	64	64	65	64	—	—	65	64	64
700 — 750	—	—	—	—	—	—	—	—	67	65	—	—	65	64	65
750 — 800	—	—	—	—	—	—	—	—	68	68	—	—	67	65	68
800 — 850	—	—	—	—	—	—	—	—	66	66	—	—	66	66	66
850 — 900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68	—	—	(d)	68	68
900 — 950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71	—	—	62	71	71
950 — 1150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62	66	70	66	66
1150 — 1260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	71	71	71	71
1260 — 1350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76	74	76	74	74
1350 — 1400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83	79	83	79	79

II. Uebersicht der Beschaffenheit und des Haushaltes dieser Bergwerke.

Ungestähre Höhe über dem Spiegel des Meeres in engl. Fuss	Huel Neptun.	Botallak.	Little Bounds.	Ding-Dong.	Huel Vor.	Dolcoath.	Huel Abraham.
Tiefe der Gruben zur Zeit der Beobacht.	200	40	72	—	300	—	1440'
Zahl der Arbeiter unter Tage	550'	570'	504'	606'	948'	1386'	560
Monatlicher Verbrauch von Lichten	120	150	25	120	518	800	4800 \mathfrak{L}
Monatlicher Verbrauch an Schießpulver	1200 \mathfrak{L}	1200 \mathfrak{L}	48 \mathfrak{L}	900 \mathfrak{L}	3000 \mathfrak{L}	6000 \mathfrak{L}	1500 \mathfrak{L}
Gallonen Wasser täglich herausgehoben	250 \mathfrak{L}	600 \mathfrak{L}	60 \mathfrak{L}	300 \mathfrak{L}	5500 \mathfrak{L}	2600 \mathfrak{L}	2092320
Temperatur dieses Wassers auf dem Stollen	216000	57600	69000	50000	1692660	535173	71°
Zahl der Jahre während das Bergwerk im Betrieb ist	60° (S)	62°	55½°	61°	67°	72° 6½°	—
	11	17	30	8	12	20	

(a) *Killas* ist ein Mittelgestein zwischen Glimmer- und Thonschiefer, und in Cornwall die hauptsächlichste Lagerstätte der Erze.

(b) Der ganze Bergbau in der Grube Botallak wird unter dem Spiegel des Meeres und ein bedeutender Theil unmittelbar unter dem Bette desselben betrieben.

(c) In den letzten Jahren ist in Little Bounds sehr wenig gearbeitet worden.

(d) Hier war ein bedeutender Luftzug.

(e) Dr. Forbes hat die Temperaturen dieser Grube nicht angegeben, da dieselben schon von Hr. Thomas Lean im Juni und December 1815 beobachtet und in Tillochs philosoph. Mag. 1818 (Bd. 53. S. 204.) bekannt gemacht sind, er führt nur an, sich auf Hrn. Lean berufend, dass, im Mai 1822, in der tiefsten Strecke 1440 Fuss unter der Oberfläche, die Temperatur 90° f. betragen habe.

(f) 72° im östlichen und 64° im westlichen Theile des Bergwerkes, beide im Jahre 1822 beobachtet, als das Bergwerk 1428 Fuss tief war.

Dr. Forbes kommt nun zu dem zweiten Theil seiner Abhandlung, welcher dem Erörtern des Einflusses bestimmt ist, den fremde äußere Quellen (extraneous Sources) auf die Temperatur in der Tiefe der Bergwerke haben können. Er bemerkt, daß diese Quellen insgesammt mittelbare oder unmittelbare Folgen der Gegenwart der Bergleute in den Gruben sind. Zu den unmittelbaren Ursachen rechnet er 1) die thierische Wärme, 2) das Brennen der Lichter, 3) das Sprengen mit Schießpulver, 4) das Reiben und Schlagen; als eine mittelbare Ursache aber betrachtet er die Verlängerung der Luftsäule bei tieferem Abteufen der Gruben.

Fast alle diese fremden äußeren Quellen von Wärme finden sich vor Ort, an den äußersten Enden der Strecken, und da in diesen nur ein höchst schwacher Wetterwechsel Statt findet, und ihre Wände sehr schlechte Wärmeleiter, dabei aber luftdicht sind, so kann die Wärme, aus welcher Ursache sie auch entstehe, in ihnen nur sehr langsam zerstreut werden,

Auch das Wasser muß, weil es aus dem Gange in dem Zustande äußerster Zertheilung hinein sickert, diese Wärme annehmen und behalten, und ohne Zweifel in manchen Fällen den unteren Strecken zuführen, indem es durch die Zwischenräume poröser Gänge durchsickert. Da die Gasarten, welche sich beim Entzünden des Schießpulvers bilden, specifisch schwerer als die atmosphärische Luft sind, so lassen sie sich auf ähnliche Art als Zubringer höherer Temperatur in die Tiefe ansehen.

Beim Verbrennen von 1 Pfund Talglichte wird so viel Wärme frei, folgert Dr. Forbes aus den Versu-

chen des Grafen Rumford und Daltons, daß sie 1872 Gallonen Wasser um 1° F. zu erwärmen vermag; und nimmt man an, daß beim Entzünden von Schießpulver eben so viel Wärme frei werde, als beim Verbrennen eines gleichen Gewichtes Kohle, so würde sie, Crawford's und Dalton's Versuchen gemäß, 980 Gallonen Wasser um 1° F. erwärmen können. Was die Wärme - Erzeugung durch Reiben und Schlagen betrifft, so bringt Dr. F. mit Uebergehung der durch Reiben der Kolben in den Pumpenröhren, durch das Arbeiten mit der Keilhaue u. s. w. hervorgebrachten, bloß die in Anschlag, welche durch das bergmännische Bohren der Schießlöcher zum Sprengen erzeugt wird, und da er kein Mittel abfielt sie einigermaßen zu schätzen, so setzt er, 4 Bohrer, die 24 Stunden lang im Gange sind, machen so viel Wärme frei, als 1 Pfund Talglichte beim Verbrennen. Dieser Schätzung zufolge würden 16 Pfund Schießpulver, die in der Grube verbraucht werden, der Wirkung von einem Pfunde verbrannten Talges gleich kommen. Was das Athmen betrifft, so schätzt Dr. F., da die ausgeathmete Luft nicht ganz die Blutwärme hat, die Temperatur der Luft in den Gruben aber bedeutend höher ist, als die mittlere des Ortes, daß die Temperatur der vom Bergmann ausgeathmeten Luft nur um 30° F. erhöht sey, und daß daher ein Bergmann durch das Athmen in 24 Stunden 19980 Kubikfuß Luft um 1° F. erwärme, welches mit dem Erwärmen von 48 Gallonen Wasser um 1° F. auf eins hinauskomme. Dazu läßt sich noch ein Zwanzigstel für die Wärmeerzeugung an der Haut hinzusetzen. Daß die Verminderung der Wärmecapazität der Luft

bei Verdichtung derselben, an der Wärme in den Gruben Antheil habe, glaubt Dr. F., sey noch von Niemand erwogen worden. Beim Aufsteigen in der Luft um 300 Fuß nimmt die Temperatur um 1° F. ab; das Umgekehrte muß folglich beim Hinabsteigen Statt finden. Weil indess aus Mangel an Luftzug die auf diese Art entstehende größere Wärme sich schwer mittheilt, so rechnet Dr. F. nur, daß beim Hinabsteigen von 600 Fuß die Temperatur im ganzen Bergwerke um 1° F. wachse.

Berechnet man nun nach diesen Datis für ein einzelnes Bergwerk, wie viel Wasser von der mittleren Temperatur von 52° F. bis 67° F., also um 15° F. den Monat hindurch, erwärmt werden würde durch diese einzelnen Urfachen, so findet sich z. B. für das Bergwerk Huel Vor Folgendes:

3000 Pfd Talglichte (125 Gallonen pr. Pfd) . .	375000 Gallonen
3500 Pfd Schießpulver (63 Gallon. pr. Pfd) . .	220500 " "
Reiben und Schlagen	27340 " "
Beständig unter Tag arbeitende 180 Mann	18140 " "
Giebt für den Monat	640980

Dieses ist wenig mehr als $\frac{1}{3}$ der angehobenen Wassermenge, welche auf dem Stollen mit einer Temperatur von 67° monatlich ausgegossen wird (1692660 Gallonen). Dabei hat Dr. F. die $1\frac{1}{2}$ Grad Wärme nicht mit in Anschlag gebracht, welche, seiner Schätzung zufolge, der Verlängerung der Luftsäule bis in das Tiefste entsprechen, weil wahrscheinlich bei dem Anheben des Wassers bis zur Stollensohle etwas Wärme verloren geht.

„Vielleicht bedarf es einer Entschuldigung, sagt er, daß ich mich auf so vage und fast willkührliche

Berechnungen einlasse; ich wünschte aber theils etwas Besseres zu veranlassen, theils doch irgend eine Grundlage zu meinen ferneren Schlüssen zu haben; und mögen auch einige dieser Berechnungen irrig seyn, immer doch erhellt aus ihnen, daß alle künstlichen außerer Quellen von Wärme in Bergwerken unzureichend sind, um aus ihnen die Wärme, welche das Thermometer in der Tiefe der Gruben nachweist, zu erklären. Daraus aber folgt unmittelbar, daß die natürliche Wärme der Erde in den Cornwaller Gruben, in den erwähnten Tiefen, die mittlere Temperatur des Klimas bedeutend übertreffen müsse.“

Auf diesen Schluß führen gleichfalls mehrere in Bergwerken wahrgenommene Thatfachen, vor allen die hohe Temperatur großer Wassermassen in verlassenen Gruben oder in verlassenen Theilen eines Bergwerkes, für welche es unmöglich ist, irgend eine andere Ursache zu erdenken, als die eigenthümliche Wärme der steinigen Wände der Höhlung, in welcher das Wasser stand. Und die Temperatur dieser Wände läßt sich wiederum von keiner anderen Ursache ableiten, als von der natürlichen höheren Temperatur des Erdkörpers in gewissen Tiefen. Ein Beispiel dieser Art zeigt die Grube Botallack, indem sich in ihr eine große isolirte Wassermasse von 62° F. in einer Tiefe von ungefähr 400 Fuß unter der Oberfläche findet. Und ein noch auffallenderes Beispiel kommt in den Details von der zweiten unter dem Meere befindlichen Grube Little Bounds vor. Sie war früher bis zu einer Tiefe von 500 Fuß aufgeschlossen, in den letzten Jahren aber nur sehr schwach betrieben worden. Das Gruben-Wasser steht jetzt in ihr nicht ganz 40

Lachter unter dem Stollen, über welche Höhe die Pumpen es nicht anwachsen lassen, und füllt also die ganze Tiefe von 300 bis 500 Fuß unter der Oberfläche an, in einer vielleicht halb so langen horizontalen Ausdehnung. Dieses Wasser hatte, wie die Pumpen es ausgießen, im J. 1822 eine Temperatur von $56\frac{1}{2}^{\circ}\text{F}$. Dafs die tägliche Gegenwart von einem halben Dutzend Bergleuten und das tägliche Verbrennen von ein Paar Pfund Lichten und etwas Schiefspulver keine merkliche Temperaturerhöhung in einer so ausgedehnten Wassermasse hervorzubringen vermöge, fällt in die Augen. Hier ist also der Schluss unwiderleglich. Die Temperatur des Wassers in den verlassenen Gruben *Huel Boy* und *Huel Fortune* haben Dr. Davy und ich 55°F . gefunden.

Indem wir indess dem Schlusse uns nicht entziehen, dafs alle uns bis jetzt bekannten äufseren fremden Quellen der Temperatur in den Bergwerken unzureichend sind, den in ihnen und dem herausgepumpten Wasser gefundenen Grad von Wärme zu erklären — müssen wir doch zugleich zugeben, dafs diese fremden Quellen einen bedeutenden Einflufs im Modificiren der Temperaturen äußern, die in verschiedenen Theilen der Gruben gefunden worden sind. Beweise davon finden sich fast auf jeder Seite meines Beobachtungs-Journals. Man darf daher diesen Einflufs bei neuen Beobachtungen über die Temperatur in Bergwerken und bei Folgerungen aus den schon gemachten, nicht außer Acht verlieren.

Es ist sehr viel leichter, die Thatfache: dafs die Temperatur mit der Tiefe zunimmt, darzuthun, als die Zunahme genau zu bestimmen. Dieses ist ausneh-

mend schwierig, weil sich unmöglich mit irgend einer Genauigkeit bestimmen läßt, 1) um wie viel die Temperatur in einem Bergwerke durch fremde Ursache erhöht wird, und 2) wie das Streben der erwärmten Luft, anzusteigen, und das des Wassers, vielleicht auch des Gases aus dem Schießpulver, herabzufinken, dazu beiträgt, die Temperatur eines Theiles des Bergwerkes einem andern mitzutheilen; und 3) wodurch die Beobachtungen, die in gleichen Tiefen verschiedener, ja desselben Bergwerkes unter anscheinend gleichen Umständen gemacht werden, so große Verschiedenheiten in der Temperatur zeigen, (Vielleicht eine Folge der beiden vorigen Ursachen). Finden sich indess auch auf jeder Seite des Beobachtungs-Journals Beweise der Schwierigkeit, die wahre Temperatur für bestimmte Tiefen anzugeben, so beweisen sie doch unwidersprechlich, erinnert Hr. Dr. Forbes, die fortschreitende Zunahme der Temperatur mit der Tiefe. und hiefür giebt uns noch einen Beweis, vielleicht den bündigsten und schlagendsten unter allen, die Temperatur der Wasser der Pumpen, wie sie in derselben Grube zu verschiedenen Zeiten (also bei verschiedenen Tiefen) beobachtet worden ist. Folgende Versuche sind die einzigen, welche bisher gemacht wurden. In Huel Neptune betrug die Temperatur des Wassers der Pumpen im J. 1819, als die Grube 540 Fuß tief war, 60° F., im J. 1822 aber, als sie 750 Fuß Tiefe hatte, 62° F. Und in der Grube Botallack im Jahre 1819 bei 510 Fuß Tiefe 62° F., im Jahre 1822 aber bei 670 Fuß Tiefe 67° F. In der Zwischenzeit hatte keine andere wesentliche Veränderung in der Beschaffenheit beider Gruben Statt gefunden, der

sich die Vergrößerung der Temperatur hätte zuschreiben lassen, als die nicht unbedeutende Zunahme an Tiefe.

II. Beobachtungen und Folgerungen aus ihnen, dargestellt nach drei verschiedenen Aufsätzen, von R. W. Fox in Cornwall.

1. Die folgende Tafel ist eine Kopie von der, welche die Hauptsache in Hrn. Fox erster Mittheilung über diesen Gegenstand an die Cornwaller Geologische Gesellschaft (Transact. t. 2. p. 14.) ausmacht, nur etwas in der Anordnung verändert, um in das Octav-Format zu passen. Sie zeigt auf einem Blicke die Resultate der in 6 verschiedenen Gruben angestellten Thermometer-Beobachtungen. Die Temperaturen des Wassers in den Gruben sind mit * bezeichnet; die Temperaturen der Luft sind ohne Beizeichen. Nach R. Thomas's Aufnahme des Hauptgruben - Districtes der Graffschaft Cornwall, entsprechen *dem Niveau des Meeres* ungefähr folgende Tiefen in den Gruben: *Dolcoath* 62 Lachter; *Cooks Kitchen* 59 Lachter; *Tincroft* ungefähr 59 Lachter; *United Mines* 51 Lachter. Die drei ersten sind in Thonschiefer und darunter liegenden Granit abgeteuft, die vierte in einem Thonschiefer, welcher große Massen Porphyr enthält,

In Tiefen v. der Oberfläche der Erden angerechnet, Beobachtete Temperaturen nach Fahrenheits Scale in den Cornwall Gruben.

	Huel-Abraham.	Dolcoath.	Cooks Kitchen.	Tincroft.	United Mine.
nach Fathoms.	im Juni 1815.	im Dec. 1815.	im Oct. 1815.	im Mai 1819.	im Mai 1819.
von 5 bis 10	{ 58°,5 64, 5	{ 49,5 51,5 }	- -	- -	58°
15 — 25	64	56,5	- -	- -	- -
25 — 30	- -	- -	- -	49,5	52,5
35 — 45	- -	60,5	- -	- -	- -
40 — 50	- -	- -	- -	- -	55,5
45 — 50	- -	- -	61,5	- -	- -
45 — 55	- -	62,5	- -	54,5	- -
50 — 60	- -	- -	- -	51,5	- -
55 — 65	66,5	63	- -	- -	- -
60 — 70	- -	- -	- -	- -	67,5
65 — 75	- -	- -	62	56,6	- -
70 — 75	- -	- -	- -	53,5	- -
75 — 85	67,5	63,5	- -	- -	- -
90 — 95	- -	- -	- -	56,5	55,5
95 — 105	68	{ 65,5 63,5* }	- -	- -	- -
105 — 110	- -	- -	- -	61,5	- -
105 — 115	- -	{ 67,5 64,5* }	- -	- -	- -
110 — 115	- -	- -	- -	61,5	- -
115 — 125	68,5	{ 69,5 67,5* }	- -	- -	- -
125 — 130	- -	- -	- -	62,5	{ 61,5 58,5* }
125 — 135	- -	71	- -	- -	- -
130 — 140	- -	- -	- -	- -	69,5
135 — 145	69	{ 71 73* }	- -	- -	- -
145 — 150	- -	- -	- -	63,5	- -
145 — 155	- -	73,5	- -	- -	67,5
155 — 160	- -	- -	- -	- -	- -
155 — 165	70	{ 69,5 73,5* }	- -	- -	- -
160 — 170	- -	- -	- -	- -	{ 72,5 73,5* }
165 — 170	- -	- -	- -	63,5	- -
165 — 175	- -	70,5	70	- -	- -
175 — 185	72,5	{ 73,5 74* }	71	- -	- -
185 — 190	- -	- -	- -	{ 68,5 67,5* }	- -
185 — 195	79,5	{ 73,5 74* }	- -	- -	- -
190 — 200	- -	- -	73,5	- -	- -
195 — 205	- -	{ 78,5 79* }	- -	- -	- -
225 — 230	- -	- -	{ 79,5 81,5* }	- -	- -

Dafs die Temperatur bei gleichen Tiefen in den beiden Gruben *Cook's Kitchen* und *Tincroft* geringer als in den andern Gruben war, erklärt sich Hr. Fox daraus, dafs die tiefsten Strecken (*the bottom levels*) in beiden eine geraume Zeit lang mit Wasser angefüllt gewesen war, welches sich ohne Zweifel zum Theil von oben dahin gezogen hatte, wodurch nicht blofs die Temperatur des Wassers, sondern auch die der Luft in beiden Bergwerken verändert werden mußte. Zwar stand auch in dem Bergwerke *United Mines* etwas Wasser zur Zeit als die Beobachtung gemacht wurde, blieb aber darin, wie er glaubt, zu kurze Zeit, um auf die Temperatur der Grube im Allgemeinen Einfluß zu haben. *Dolcoath* und *Huel Abraham* waren frei von Wasser im Tiefsten, und die Tafel zeigt, dafs in ihnen die Temperatur in gleicher Tiefe nur sehr wenig verschieden war, und wenige Ausnahmen abgerechnet, welche wahrscheinlich ihren Grund in Oertlichkeiten hatten, fortschreitend mit der Tiefe zunahm, selbst bis in die größte Tiefe hinab, zu der sie bis jetzt abgesunken sind.

Oline mich, „sagt Hr. Fox“ auf Speculationen über die Ursache, welche die innere Wärme der Bergwerke erzeugt und wie weit diese Wärme reicht, einzulassen, bemerke ich nur, dafs es mir wahrscheinlich dünkt, dafs das Aufsteigen warmer Dünste (*The ascent of warm vapour*) die wahrgenommene höhere Temperatur in den Bergwerken hervorbringe, und die Wirkung mehr oder minder bedeutend sey, je nachdem die Dünste einen leichteren oder schwierigeren Durchgang aufwärts finden.“ Und dieses werde, glaubt Hr. Fox, durch die Thatfache, dafs Wasser, welches

aus bedeutenden metallischen Adern fließt, in der Regel sich am meisten durch seine Wärme auszeichnet, noch mehr bestätigt.

2. In seinem zweiten Aufsatze (Transact. t. 2. p. 19) stellt Hr. Fox die Beobachtungen, welche er in verschiedenen Gruben über die Temperatur *in oder nahe bei Erzgängen* angestellt hat, in einer Tafel zusammen. Die großen Buchstaben bezeichnen die Gebirgsart, welche der Erzführende Gang in sich schließt, nämlich: *Gr.* Granit, *Th.sch.* Thonschiefer, *Pr.* Porphyr. In den Spalten der Tabelle einzeln stehend gelten sie für alle folgenden Beobachtungen bis zur nächsten Rubrik. Ferner bedeutet *Kpf.Gg* in den Ueberschriften: eine Grube in einem Bergwerke, worin auf Kupfer gebaut wird, und *Z.Gg* in einem Zinnbergwerke. Die Temperatur des Wassers ist wieder mit *; und die der Erde mit † bezeichnet; die der Luft aber ohne Zeichen. Bei mehreren dieser Beobachtungen war das Thermometer 6 bis 8 Zöll tief in den Erzgang oder in das anstehende Gestein versenkt und die Höhlung mit Erdrings um das Instrument ausgefüllt worden, um zu verhüten, daß die Luft einen Zugang zu demselben habe.

Beobachtete Temperaturen in den Erzgängen der Cornwaller Gruben.

Tiefenunter- der Ober- fläche in Fathoms.	Dolcoath Kpf. Gg. Dec. 1819.	United Mines Kpf. Gg. April 1819.	Trekerby Kpf. Gg. Dec. 1819.	Iluel Squire Kpf. Gg. Sept. 1820.	Ting-Tang Kpf. Gg. Sept. 1820.	Iluel Gur- land Kpf. Gg. Sept. 1820.	Iluel Dau- sel Kpf. Gg. Sept. 1820.	Chacewater K. und Z. Sept. 1820.	Iluel Unity Z. Gg. Aug. 1820.	Iluel Vor Z. Gg. Nov. 1819.
1 bis 10	Th. sch.	Th. sch.	Gran.	Th. sch.	Th. sch.	Gran.	Gran.	Th. sch.	Th. sch.	Th. sch.
20 — 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52° + *
30 — 40	—	56° +	—	—	62°	—	—	61°	—	61°
40 — 50	58° +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50 — 60	—	63°	—	—	—	—	—	—	—	—
60 — 70	—	64°	—	—	—	—	61°	—	—	—
70 — 80	—	—	—	67°	64° +	62° +	61°	Gran.	—	—
80 — 90	—	65°	—	—	—	—	66	70	—	—
90 — 100	66° +	—	67° +	72° +	—	—	69	T. 78.	66° +	63°
100 — 110	—	—	70° +	72°	68° +	68° +	70	P. 82° +	—	64°
110 — 120	—	—	72°	{ 72° } 68°	—	—	70	—	—	66°
120 — 130	63° +	—	76	—	—	—	70	—	—	70°
130 — 140	—	67°	76°	—	—	—	73	—	—	{ 69° 72°
140 — 150	—	75° +	—	—	—	—	70° +	—	—	—
150 — 160	—	76°	—	—	—	—	—	—	—	—
170 — 180	—	87° +	—	—	—	—	—	—	—	—
180 — 190	Gran.	88° +	—	—	—	—	—	—	—	—
190 — 200	64° +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220 — 230	78° +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
230 — 240	82°	—	—	—	—	—	—	—	—	—

An den Stellen der beiden anomalen Temperaturen der Erde in der Grube Dolcoath (90 bis 100 und 190 bis 200 Fathoms Tiefe) herrschte ein starker Luftzug.

Eine dritte Tafel, welche die Resultate einiger Versuche darstellt, die er in Strecken und Schächten einiger dieser Gruben, entfernt von allen erzführenden Gängen erhalten hat, fand Hr. Fox für den Druck zu groß und mannigfaltig. Daher begnügte er sich, nur einige der in ihnen enthaltenen Beobachtungen mitzutheilen. „Sie reichen, meint er, völlig hin, um darzuthun, daß die Temperatur in einerlei Tiefen, an Orten, wo man von allen Erzgängen entfernt ist, ein Mittel nahe an 3° F. niedriger ist, als sie sich in den erzführenden Gängen zufolge der vorstehenden Tafel ergeben hat.“

„An der Temperatur in unsern Bergwerken haben“ sagt Hr. F., „mancherlei örtliche und zufällige Ursachen Antheil. Das Brennen der Lampen oder Lichte, das Sprengen mit Pulver, äußern ohne Zweifel einigen Einfluß auf Erhöhung der Wärme; eben dahin muß die Gegenwart der Bergleute wirken, obschon wahrscheinlich in niederem Grade, da im Tiefsten tiefer Bergwerke die Temperatur der nahe kommt, welche dem menschlichen Körper eigen ist. Ueberdies müssen der warme Dunst und die warme Luft, welche von dem Grunde (bottom) der Bergwerke immerfort aufsteigen, die Temperatur in den oberen Höhen ihrer relativen Lage gemäß in größerem oder geringerem Grade erhöhen. Auf der andern Seite aber wird die Wärme in der Tiefe unstreitig nicht unbedeutend vermindert durch die Luft, welche beim freiwilligen Wetterwechsel immerfort durch das Bergwerk strömt, oder durch Wettermaschinen zum Behuf der Bergleute hinein getrieben wird, so

wie auch durch das Tagewasser, das durch Klüfte und Adern seinen Weg bis in das Tiefste findet.“

„In wieweit diese entgegengesetzten Ursachen einander das Gleichgewicht halten mögen, ist nicht leicht auszumachen; in ihnen scheint jedoch der Grund zu liegen, warum den in der Tafel aufgeführten Resultaten eine völlige Uebereinstimmung mangelt. Aus diesen Gründen und weil man sich an der Sohle (bottom) des Bergwerkes an noch unaufgetragenen und undurchwühltem Boden befindet, darf man sich auf Beobachtungen der Temperatur in dem Tiefsten von Bergwerken mehrentheils verlassen. Es giebt aber Fälle, in welchen sich nicht annehmen läßt, daß die hier beobachtete Wärme von zufälligen Umständen herrühre. So z. B. kommt im Tiefsten der Grube Dolcoath ein starker Strom Wasser aus einem der Gänge mit einer Temperatur von 82° F. hervor, indeß die Luft nahe bei derselben Stelle in der Regel 1° oder 2° F. Wärme weniger hat. Von dieser Art giebt es noch mehrere Beispiele. Die Kenntniß des auffallendsten verdanke ich dem Kapitain Hosken. In der Grube *United Mines* hatte die Dampfmaschine Schaden genommen und während sie stille stand, war das Wasser bis 190 Faden Tiefe unter Tage angestiegen und hatte zwei Tage lang in dieser Höhe verweilt. Unmittelbar, nachdem das Wasser wieder herausgepumpt worden war, beobachtete er die Temperatur in dieser Tiefe, noch ehe die Bergleute ihre Arbeit wieder angefangen hatten. Sie fand sich $87\frac{1}{2}^{\circ}$ F. in 190 und 88° F. in 200 Faden Tiefe, und da er nach einigen Tagen, als die Arbeit an dieser Stelle wieder in

Umtrieb war, die Beobachtung wiederholte, fand er die Temperatur eher niedriger als höher.“

Noch verdient es Bemerkung, daß die Hauptarbeiten nicht in dem Tiefften der Gruben betrieben zu werden pflegen, sondern daß häufig mehrere Bergleute in 20 oder 30 Faden Höhe über dem Tiefften, als in dem Tiefften selbst, in Arbeit sind. Wenn folglich die Zunahme der Temperatur in der Tiefe lediglich eine Wirkung von zufälligen Ursachen wäre, so müßte sie da am größten seyn, wo diese Ursachen am thätigsten wirkten. Die in den Tafeln mitgetheilten Beobachtungen beweisen aber, daß, bei aller möglichen Verschiedenheit dieses Einflusses zufälliger Ursachen in verschiedenen Theilen eines Bergwerkes, die Temperatur doch stets mit der Tiefe zunimmt. Um die Meinung zu widerlegen, das Grubenwasser verdanke dem Erzgange, durch den es fließt, seine Temperatur, hat Hr. Fox folgenden Versuch mit Wasser aus dem tiefften Theile der Grube Dolcoath, das unmittelbar aus dem Kupfergange herauskam, angestellt. Wenn dieses Wasser seine Temperatur wirklich dem Umstande verdankte, daß es durch den Erzgang fließt, so müßte es mit metallischen Salzen stark geschwängert seyn; aber er erhielt beim Abdampfen von $\frac{1}{4}$ Pinte desselben nur $\frac{1}{2}$ Gran festen Rückstand, welcher aus Schwefelsäure und etwas Eisenoxyd und Kalk bestand. In dem Grubenwasser aus 200 Faden Tiefe einer von allen Erzgängen entfernten Strecke desselben Bergwerkes, fand er mehr von denselben Bestandtheilen. Wasser von 82° Wärme aus dem Tiefften der Grube *United Mines* enthält in $\frac{1}{4}$ Pinte 6 Gran salzsauren Kalk; Wasser aus

dem Tiefsten der Grube Treskerby, nur sehr wenig schwefelsaures Eisen und eine Spur von Salzsäure; und Wasser aus dem Tiefsten des Bergwerkes *Ting-Tang* sehr wenig salzsauren Kalk.

Am Schlusse dieses, theilt Hr. Fox noch eine sehr wichtige Beobachtung mit, auf die er indess p. 421 wieder zurückkommt.

3) Hrn. Fox's dritte Mittheilung an die Cornwall Geologische Gesellschaft über diesen Gegenstand, hält Thatfachen und Beobachtungen, welche einen wichtigen Zusatz zu den vorhergehenden bilden, liefern aber zu spät ein, um noch in dem zweiten Bande ihrer Verhandlungen eingerückt zu werden. Man findet sie indess vollständig in den *Annals of philosophy*. Dec. 1822. und aus dieser Quelle ist die freie Bearbeitung des Folgenden entlehnt. Ich fahre fort, so beginnt Hr. Fox, bei der Aufmerksamkeit, welche die in der Tiefe der Bergwerke herrschende hohe Temperatur allgemein erregt hat, die neuen Beobachtungen mitzutheilen, welche ich seit meiner letzten Mittheilung gemacht habe. Folgendes sind die Temperaturen des Wassers im Sumpfe (Sump, Tiefsten) einiger Bergwerke, wie ich sie gefunden habe:

Kupfergrube *South Huel Towan* im Kirchspiel *St. Agnes* 45 Lachter tief, 60° F.; diese Temperatur läßt sich also für die mittlere der Wasseradern nehmen, welche durch die tiefsten Strecken, in die Cisternen rinnen. Nur zwei Mann sind zu gleicher Zeit in diesem Theile der Grube in Arbeit (überhaupt täglich 6 Mann).

East Liscomb, eine Kupfergrube in *Devonshire*, tief 82 Lachter; Temperatur des Wassers in den Cisternen: 64° F. .

Huel Unity-Wood, im Kirchspiel *Gwennap*, tief 86 Lachter; Temperatur des Wassers 64° F. Im Tiefsten arbeiten beständig 4 Mann.

Beer Alston, Bleigrube in *Devonshire*, 120 Lachter tief, Temperatur des Wassers $66\frac{1}{2}^{\circ}$ F. — In den beiden 144 Lachter tiefen Kunstschächten des Zinn- und Kupfer-Bergwerks *Poldice*, im Kirchspiel *Gwennap*, war die Temperatur des Wassers in einem 78° , in dem andern 80° . Im Tiefsten des ersteren arbeiten beständig 8 Mann, in dem des letzteren 2 Mann. — In den beiden 150 Lachter tiefen Kunstschächten der *Consolidirten Kupferminen* im Kirchspiel *Gwennap*. Temp. des Wassers 76° F. in einem, 80° F. in dem andern. Im Tiefsten jenes arbeiten immerfort 6, dieses 8 Mann. — Kupfergrube *Huel Friendship* in *Devonshire*, tief 174 Lachter. Temp. des Wassers $64\frac{1}{2}^{\circ}$ F., da in ihr der Förderschacht abgetenst wurde, waren wenigstens beständig 2 Mann im Tiefsten in Arbeit. Die Grube hat ungeachtet ihrer Tiefe so wenig Grubenwasser im Tiefsten, daß eine 6zöllige Pumpe (*six-inch box*) und 5 Hübe der Maschine in der Minute hinreichen, das Wasser auszupumpen. Es liegt diese Grube sehr hoch, an der Gränze der Granithügel von Dartmoor. Die Temperatur ihres Grubenwassers übertrifft die mittlere des Klima um mehr als 14° F., steht aber doch weit unter der Temperatur, die gewöhnlich in Gruben von der nämlichen Tiefe herrscht.

Da die folgenden Gruben zum Theil mit Wasser angefüllt waren, so gebe ich bei ihnen die Temperatur *dieses Wassers*:

Kupfergrube *North Huel Virgin*, im Kirchspiele

St. *Agnes*; Temp. des 39 Lachter unter der Oberfläche stehenden Wassers 60° F. — Kupfergrube *Nangiles*, im Kirchspiel *Kea*; das Wasser 59 Lachter unter Tage 58° F. Im Förderschacht ist sie 88 Lachter tief. Die Kunst war aber erst ganz vor Kurzem in Gang gesetzt und hatte noch nicht viel gewältigen können. Die Gänge sind mächtig und zeichnen sich durch den vielen Schwefelkies aus. Man sieht, daß die Temperatur der Gruben die zum Erliegen gekommen, nicht größer als die der andern ist. — Kupfergrube *Tresavean*, im Kirchspiele *Gwennap*; Temperatur des Wassers, das 100 Lachter unter Tage steht, 60° F.; ganze Tiefe der Grube 170 Lachter. Sie liegt hoch, ungefähr 480 Fuß über dem Spiegel des Meeres und ist überdies in Granit, in welchem die Temperatur, bei gleichen Tiefen im Allgemeinen niedriger ist, als in „Killas“ oder Thonschiefer. — Kupfergrube *Huel Maid*, Temperatur des 126 Lachter unter Tage stehenden, 30 Lachter tiefen Wassers, 60° F. Sie hat keine Kunst; beim Wiederaufnehmen und zu Sumpfbringen einiger benachbarter Gruben ist aber das Wasser in ihr vor Kurzem sehr vermindert worden. Das Wasser der oberen Strecken, welches in anderen Gruben den auf ihnen stehenden Pumpenkasten zugeleitet wird, fließt in ihr zu dem Wasser im Tiefstem und muß also hier die Temperatur erniedrigen.

Wenn schon mit vielem Wasser angefüllte und erst seit Kurzem wieder aufgenommene Bergwerke in der Regel in gleichen Tiefen eine niedrigere Temperatur haben, als diejenigen, welche in der Tiefe trocken erhalten werden; so gilt dieses noch vielmehr von Gruben, welche lange still gelegen haben und mit

Wasser angefüllt sind. Als Beweise davon dienen die drei folgenden Beobachtungen:

In der 151 Lachter tiefen Kupfergrube *Herland*, im Kirchspiel *Gwinear* hat das in dem Schachte bis zur Stollensohle 31 Lachter tief unter Tage stehende Wasser nur eine Temperatur von 54° F. — In *South Huel Ann*, ebendasselbst, wo der Stollen 11 und die Grube 23 Lachter Tiefe besitzt, war die Temperatur des Wassers im Schachte gleichfalls 54° F. — In der Kupfergrube *Gunnis Lake*, Kirchspiel *Calstock*, welche 125 Faden tief ist, hat das Wasser im Schachte, bei der 35 Lachter unter Tage liegenden Stollensohle, 57° F. Temperatur.

Das aus dem Stollen-Mundloch verlassener Gruben ausfließende Wasser rührt, wie ich glaube, bloß aus den darüber stehenden Erdschichten her, oder durch Verdrängung des Wassers in den Schächten oder oberen Strecken, die mit ihm in Verbindung stehen. Ist diesem aber so, so kann das Grubenwasser aus dem oberen Theile des Schachtes einer verlassenen Grube nicht aus den tieferen Strecken herrühren, vielmehr ist es höchst wahrscheinlich, daß das Wasser in diesen so gut als still steht und da das Wasser seine Wärme seitwärts nicht leicht mittheilt, so kann seine Temperatur wesentlich von der in den Schächten verschieden seyn. In senkrechten oder schiefstehenden Wassersäulen, sinken aber bekanntlich die kältern Theilchen, und die wärmern steigen an, bis die ganze Masse einerlei Temperatur hat. Die höhere Temperatur des Wassers im Schachte der Grube *Gunnis-Lake* schreibe ich, zum Theil wenigstens, dem sehr hohen Boden in ihrer unmittelbaren Umgebung zu;

ob schon die relative Temperatur des Wassers in den Schächten nicht betriebener Gruben auch von der grösseren oder geringeren Tiefe abhängen mag, in welcher die über der Stollensohle befindlichen Wasserläulen mit den Schächten oder mit den in diese gehenden Strecken in Verbindung stehen.

Als vor Kurzem die Zinn- und Kupfergrube *Tincroft*, im Kirchspiele *Cambron*, wieder aufgenommen wurde, nachdem sie mehrere Monate lang nicht betrieben worden war, benutzte ich die Gelegenheit, die Temperatur des Wassers zu messen, als es bis zur Tiefe von 126 Lachter unter Tage herabgebracht war, und nur noch in einer Höhe von 10 Lachter über dem Tieffsten stand. Ich fand sie 65° F. Damals war erst wenige Mannschaft wieder in Arbeit, selbst diese war zwei Tage lang nicht in die Grube gekommen, und in den tieferen Strecken wurde noch gar nicht gearbeitet. In der Mitte des Jahres 1819, als das Bergwerk noch in vollem Betrieb war, und zwar seit langer Zeit, und das Wasser an derselben Stelle stand, war die Temperatur desselben am Boden nur 59° F. Vielleicht kommt es auch jetzt wieder zu dieser Temperatur herab, wenn es sich in derselben Höhe erhalten sollte; dann ist nicht anzunehmen, daß das wenige durch die Schächte hineintröpfelnde kältere Wasser die Temperatur des auf dem Boden befindlichen verändere.

In der Grube *Ting-Tang*, welche 117 Lachter tief ist, war, während die Dampfmaschine ausgebeßert wurde, das Grubenwasser bedeutend gestiegen. Als es darauf wieder bis auf 10 Lachter gewältigt war; fand sich die Temperatur desselben in dieser Höhe 63½° F.; indeß das aus dem Tieffsten in ein Behältniß

unmittelbar über dem Beobachtungsort herauf gepumpte Grubenwasser eine Temperatur von 65° F. besaß. Ich erkläre mir dieses aus dem, durch die Wirkung der Pumpen hervorgebrachten, Hinzuströmen des Wassers aus den Strecken.

Folgende Thatfache, die mir von einem Angestellten in der großen Brauerey von Barclay et Comp. in *Southwarck* (gegenüber von London) mitgetheilt worden, verdient hier bemerkt zu werden: Als in dieser Brauerey vor nicht langer Zeit ein Brunnen gegraben wurde, erhielt man nicht eher Wasser, als bis man in einer Tiefe von 140 Fuß das große Thonlager, welches unter der Hauptstadt liegt, völlig durchfunken halte. Dann aber stieg das Wasser schnell in dem Brunnen an und es fand sich, daß die Temperatur desselben 54° F. betrug. Diese Temperatur hat es seitdem unverändert beibehalten, während aller Jahreszeiten. Nun aber ist nach *Luke Howard* die mittlere Temperatur des Klima von London und der Gegend umher 49½° F.; die Temperatur des Wassers in diesem Brunnen übertrifft dieselbe also um 4½° F.

Eben so merkwürdig ist das Ergebniß einer Folge von Beobachtungen, welche Hr. Fox in dem Bergwerke *Dolcoath* gemacht hat, und das sich schon in einem Zusatz zu seiner zweiten Vorlesung erwähnt findet. Am Ende der tiefsten Strecke 230 Faden oder 1380 Fuß unter Tage, wo kein Bergmann arbeitet und kein merkbarer Luftzug Statt finden konnte, hatte er ein 3 Fuß tiefes Loch in den Erzgang selbst bohren lassen, und in dieses ein 4 Fuß langes Thermometer aufgestellt, dessen Röhre in dem Loche mit Let-

ten umgeben war, so daß keine Circulation der Luft in der Nähe der Kugel Statt finden konnte. Dieses Thermometer wurde von ihm sehr oft beobachtet; immer stand es auf 75° bis $75\frac{1}{2}^{\circ}$ F., ausgenommen, wenn die Strecke unter Wasser gesetzt worden war, wie dieses einige Mal, als die Dampfmaschine wegen erlittenen Schadens eine Zeit lang stehen mußte, geschah. Das Wasser füllte dann die ganze Strecke einige Wochen lang an. Sobald es wieder so weit gewältigt war, daß man zu dem Thermometer gelangen konnte, nahm Hr. Fox die Beobachtung wieder auf; man fand den Stand jedes Mal 77° F.; aber schon in 2 bis 3 Tagen kam er wieder auf $75\frac{1}{2}^{\circ}$ F. herunter.

Daß auf die Temperatur im Tiefsten der Bergwerke zufällige Ursachen weniger Einfluß haben, als auf die Temperatur der höhern Strecken, belegt Hr. Fox mit Beobachtungen über die Temperatur des Wassers und der Luft in Strecken von 15 verschiedenen Bergwerken *), welche er in der Absicht gemacht hat, um die relativen Temperaturen beider und das Verhältniß, wie die Temperaturen mit der Tiefe zunehmen, aufzufinden. Bei jeder Beobachtung das Bergwerk anzugeben, wo sie gemacht ward, wäre überflüssig gewesen. Vier der Gruben **) standen zum Theil seit mehrern Jahren unter Wasser; die in ihnen beobachteten Temperaturen sind mit Sternchen bezeichnet. Es wurden zu den Beobachtungen die

*) South Huel Towan, East Liscomb, Huel Unity Wood, Beer Alston, Poldice, Consolidated Mines, Huel Friendship, United Mines, Treskerby, Huel Damsel, Ting-Tang.

**) Nämlich: Huel Maid, Nangiles, North Huel Virgin und Tresaveau.

Strecken ausgefucht, in welchen in der gegebenen Tiefe die stärkeren Wasseradern des Bergwerkes ran-
nen, und das Thermometer unweit der Stelle, wo sie
sich zuerst fließend zeigten, hineingesetzt, um alle
fremde, von der Anwesenheit der Bergleute her-
rührende, Wärme bei den Resultaten auszuschließen.

Tiefe unter Tage in engl. Fussen.	Mittel in wel- chem beobach- tet wurde.	Beobachtete Temperaturen in Fahren- heitschen Gradn.									
120	Wasser, . . .	58 ⁹									
	. . . Luft	56									
180	- -	55	64								
	- -	56	58								
240	- -	56	60	54	54 ⁴	56 [*]	56 [*]	60 [*]			
	- -	57	60	60	55 [*]	57 [*]		60 [*]			
300	- -	60	60	60	60						
	- -			58	58						
360	- -	60	62	60	58	58 [*]					
	- -	61	62		60	57 [*]					
420	- -	61	58 [*]	58 [*]							
	- -	61		59 [*]							
480	- -	64	64	62	59 [*]						
	- -	65	64	64							
540	- -	64	66								
	- -	62	67								
600	- -	65	60 [*]	60 [*]							
	- -	66		56 [*]							
660	- -	64	66	64							
	- -	65	66								
720	- -	66 ¹	66								
	- -	68 ¹	68								
780	- -	66	72	74	74	63	72	68	60 [*]		
	- -		73	74		62	73	70	58 [*]		
840	- -	78	70	80	72						
	- -	78	72	81	75						
900	- -	76	80								
	- -	72	80								
960	- -	66									
	- -		73								
1020	- -	64 ¹	77	84							
	- -	66	76								
1080	- -	72	69	86	87						
	- -	74	72	88							

Fast in allen Gruben, in welchen beobachtet wor-
den ist, herrschte also, wie man aus dieser Tafel er-

sieht, die höchste Temperatur im Tiefsten, und in den meisten Fällen waren dort nur sehr wenig Bergleute in Arbeit. In der Regel nimmt von der Sohle des Bergwerkes an, bis zu $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ der Tiefe des Bergwerkes, die Anzahl der Arbeiter in jeder höher liegenden Strecke zu, so daß sie mehrentheils am zahlreichsten sind, nicht sehr viel unter der Mitte des Bergwerkes. In der Grube *United Mines*, fand Hr. Fox bei einer Strecke 180 Lachter unter Tage die Temperatur von Grubenwasser, das seit 12 Monaten 30 Lachter hoch in dem Bergwerke gestanden hatte, 80° F.; dahingegen die Temperatur des in der Strecke fließenden Wassers, 87° F., welches nur um $\frac{1}{2}^{\circ}$ F. weniger ist, als sie an derselben Stelle im Jahre 1820 war. Damals arbeiteten aber 400 Mann in diesem Bergwerke, jeder 8 Stunden den Tag, und im Mittel ungefähr 50 die übrigen 16 Stunden. Als aber die letzte Beobachtung gemacht wurde, waren nur 200 Mann 8 Stunden und ungefähr 50 die übrigen 16 Stunden lang in Arbeit. Daß in verschlossenen Strecken, die ohne Luftzug sind, die Gegenwart der Bergleute die Temperatur erhöhe, läugne ich nicht; zufolge der vorstehenden Tafel pflegt aber die Temperatur der Luft nicht höher als die des Grubenwassers an derselben Stelle zu seyn, und ist es auch im Mittel nur um 1° oder 2° F. In mehreren Fällen war selbst das Wasser um 1° bis 4° F. wärmer als die umher befindliche Luft und in verschiedenen Gruben war dies im Tiefsten oder nicht weit darüber der Fall.

Folgende Beobachtungen betreffen die Temperatur des Wassers in dem großen Stollen, der sich in der Nähe der Grube Nangiles über dem Thale Cannon

ausmündet. Er geht durch die vornehmsten Bergwerksdistrikte von Cornwall und hat mit allen seinen Flügeln eine Länge von 30 englischen Meilen, und geht von einem Ende zum andern in einer Richtung über 5, in einer andern 3 englische Meilen nach gerader Linie fort. Die Temperatur des Stollenwassers, sagt Hr. Fox, habe er vor ungefähr 6 Wochen (der Auflatz scheint im November 1822 geschrieben zu seyn) nahe am Mundloche $69\frac{1}{4}^{\circ}$ F. gefunden. Der Feldmesser Richard Thomas zu *Falmouth*, dem man eine interessante Karte von einem großen Theil des Cornwaller Bergwerksdistrikts verdankt, habe durch viele Beobachtungen gefunden, daß die Wassermenge, welche aus dem Stollen fließt, in verschiedenen Zeiten des Jahres von 910 bis 1644 Kubikfuß in der Minute variirt; doch sey wahrscheinlich jetzt die mittlere Menge des ausströmenden Wassers größer, da man, seitdem er seine Beobachtungen machte, einige tiefe Gruben wieder aufgenommen habe. Nach seinen Rechnungen und nach der Tiefe des Wassers, wie es zur Zeit der Beobachtungen des Hrn. Fox war, schätzt dieser, daß damals 1440 Kubikfuß Wasser in jeder Minute oder 60000 Tonnen Wasser während 24 Stunden aus dem Mundloche ausflossen.

Dieser Hauptstollen besteht aus 3 Hauptästen. Der erste geht von ihm ab, ungefähr eine englische Meile vom Mundloche, nach den Gruben United Mines, Consolidated Mines, Huel Squire, Ting-Tang, Huel Maid, und South Huel Jewel, welche im Mittel 150 bis 160 Lachter Teufe zu haben scheinen. Die Temperatur des Wassers in diesem Arme, nahe an der Stelle, wo er abzieht, und ungefähr $1\frac{1}{2}$ engl. Meilen

von den Gruben, die ihr Wasser hauptsächlich durch ihn entladen, war zu Ende des vorigen Monates (Oct. 1822.?), als diese und die folgenden Beobachtungen gemacht wurden, ungefähr $73\frac{1}{2}^{\circ}$ F. Beinahe eine Meile weiterhin theilt sich der Hauptstollen wiederum in zwei Aeste. Der eine löst die Wasser der Gruben: Poldice, Huel Unity, Huel Unity-Wood, Huel Damsel, Huel Pink, Rose Lobby, Huel Hope, Huel Gorland, Huel Jewel und Huel Clinton, welche im Mittel 110 bis 120 Lachter Tiefe haben mögen. Ungefähr eine engl. Meile von der vornehmsten dieser Gruben, betrug die Temperatur seines Wassers $66\frac{1}{2}^{\circ}$ F. Mit dem dritten Ast sind die Gruben Treskerby, Huel Chancef, Chacewater, North Dawns, Creegbraws, Huel Boys, Cardrew und einige kleinere verbunden, die im Mittel 100 bis 110 Lachter tief seyn mögen. Etwa $3\frac{1}{2}$ engl. Meilen von diesen Bergwerken betrug die Temperatur des Wassers 65° F. Die Menge des Grubenwassers, welches durch jeden dieser Aeste abfließt, habe ich nicht gemessen; offenbar aber führten sie nicht bloß das Wasser aus, welches aus den unter der Stollensohle befindlichen Strecken heraufgepumpt wurde, sondern auch; dasjenige, welches durch die höher liegenden 30 bis 50, an einigen Stellen selbst 60 bis 70 Lachter mächtigen Erdschichten durchsickert. Dieses ist die Ursache, warum die Temperatur des Stollenwassers größer als die ist, welche man zu finden erwarten könnte. Die Verschiedenheit der Temperatur in den drei Aesten des Stollens läßt sich erklären aus der Verschiedenheit der Tiefe der Gruben, deren Wasser durch sie gelöst werden, und daraus, daß mehrere der Gruben, die mit den beiden letzten

durchschlägig sind, zum Erliegen gekommen und zum Theil erloschen sind.

Wie ich bemerkt habe, fließt zwar das meiste Grubenwasser der obern Strecken unmittelbar in die Cisternen der Pumpen, doch lassen die Erd- und Felsenschichten, über die es fortrinnt, etwas Wasser hindurchsickern, welches sich theils dem untern, ehe es in die Strecken fließt, beimengt, theils in zahlreichen Tropfen oder kleinen Adern durch die Decke der unteren Strecken dringt. In beiden Fällen muß es auf die Temperatur dieser Strecken einwirken, und das ist der Grund, warum sie nicht überall in gleichen Tiefen gleich ist. Stünde alles Wasser unter der Oberfläche der Erde in freier und offener Verbindung, so wäre es unmöglich, Bergwerke zu Sumpfe zu bringen, der Druck der Wassersäulen würde unwiderstehlich seyn und ihr Andrang alles überwältigen.

Die hohe Temperatur in Bergwerken scheint in keiner nothwendigen Verbindung mit den Mineralien zu stehen, welche diese enthalten; selbst wo Schwefelkies in Menge vorkommt, ist die Temperatur nicht höher, als wo er gänzlich fehlt.

Reichen die mitgetheilten Thatfachen hin, zu beweisen, daß die höhere Temperatur unter Tage nicht bloß von örtlichen oder zufälligen Ursachen abhängt, so muß sie entweder dem Erdkörper seit seiner Bildung eigenthümlich seyn, oder von Ursachen abhängen, die in beständiger Wirkksamkeit sind. Der ersteren Annahme stände, meint Hr. Fox, besonders der Umstand entgegen, daß Granit und mehrere harte Felsarten im Allgemeinen von niedriger Temperatur sind, als Thonschiefer und mehrere poröse und weiche Fels-

arten, die die Wärme schlecht leiten. Dahingegen ließe sich annehmen, daß z. B. Elektrizität, die durch die gegenseitige Berührung verschiedener Mineralien und durch KrySTALLISATION erregt würde *), nicht bloß die Hitze erzeugte, sondern auch zugleich Ursache wäre von der ungewöhnlichen Menge und Lagerung homogener Mineralien in den Erzgängen etc. und der bewundernswerthen Ordnung der Dinge unter Tage. Doch stellt er dies nur als Vermuthung hin.

Zusatz. Einige Versuche, die ich vor Kurzem mit Wasser aus dem Tiefsten tiefer Gruben angestellt habe, „sagt Hr Fox,“ belehrten mich, daß es in den mehrsten Fällen nur sehr wenig fremde Substanzen aufgelöst enthält, in der Pinte nur ein bis höchstens 5 oder 6 Gran. Die Reinheit desselben steht auch in keinem Zusammenhange mit der Tiefe oder der Temperatur der Gruben; denn so z. B. sind *Huel Abraham* und *Dolcoath* die beiden tiefsten und zugleich die beiden wärmsten Bergwerke in Cornwall, und doch enthielt in beiden das Wasser aus dem Tiefsten nicht mehr als 2 Gran fremder Bestandtheile in der Pinte aufgelöst. In mehreren andern Bergwerken ist dagegen das Grubenwasser weit weniger rein: Das aus den *Consolidated Mines* läßt beim Abdampfen 10 Gran Rückstand auf die Pinte. Das von *Huel Unity* 16 Gran, und das von *Poldice* aus einem der Schächte 19 und aus dem anderen Schachte 92 (*ninety-two*)

*) Hr. Fox führt bei dieser Veranlassung an: einen Messingdraht, der zwei Mal um ein Stück Schwefelkies gewunden war, und so, in nasser Leinwand eingeschlagen, einige Tage gelegen hatte, habe er in Kupfer und Zink, letzteres an der Oberfläche, zersetzt gefunden.

Gran. Die meisten von mir untersuchten Grubenwasser enthalten vorzüglich salzsaure Salze, insbesondere salzsauren Kalk und salzsaures Eisen. In einigen Fällen fand ich in ihnen *salzsaures* Natron, besonders im Grubenwasser aus dem Tiefsten der Bergwerke *United Mines, Consolidated - Mines, Huel Unity* und *Poldice*. Von den 92 Gran Rückstand aus einer Pinte Grubenwasser des einen Kunstschachtes dieses letzteren, waren 24 Gran *salzsaures Natron* und 52 Gran salzsaurer Kalk mit etwas salzsaurer Talkerde, und die übrigen 16 Gran salzsaures Eisen und wenig schwefelsaurer Kalk. Das Wasser des andern Kunstschachtes derselben Grube enthielt in der Pinte 5½ Gran salzsaures Natron und ungefähr 13 Gran salzsauren Kalk, salzsaure Magnesia und kohlensaures Eisen-oxyd. Alle genannten Bergwerke liegen im Innern von Cornwall mehrere englische Meilen von dem Meere entfernt.

III. Beobachtungen und Folgerungen von M. P. Moyle. Esq. zu Helston in Cornwall.

(Hrn. Moyle's Aufsatz über die Temperatur in Bergwerken ist der letzte im 2ten Bande der Schriften der Cornwaller geologischen Gesellschaft. Mit einigen neuen Thatfachen und mit Bemerkungen über die Behauptungen des Hrn. Fox und Forbes erschien er wiederum im Januarhefte 1823 der *Annals of Philosophy*, und im Juliheft desselben Jahres ein Nachtrag dazu, dem später im Decemberheft 1824 derselben Zeitschrift ein zweiter folgte. Auch schon im Aprilheft 1822 macht Hr. Moyle, der nicht geneigt ist, eine innere, im eigentlichen Sinne des Wortes, tiefer liegende Ursache der höheren Temperatur in Bergwerken zuzugeben, mehrere Einwürfe gegen Hr. Fox Beobachtungen; doch mögen sie hier übergangen seyn, da er selbst späterhin seine ersten Beobachtungen nicht für ganz zuverlässig erklärt, und Hr. Fox die Einwürfe,

als rühre die Wärme von Gegenwart der Bergleute, Verdichtung der Luft etc. her, durch die schon S. 421 angeführte Beobachtung der Temperatur eines Erzganges in der Grube Dolcoath sehr treffend niedergeschlagen hat. Hr. Moyle's fernere Bemerkungen sind freilich von gleicher Natur mit den ersten und könnten vielleicht gänzlich übergangen werden, wenn man die Centralwärme als ausgemachtes Factum betrachtet. Ein solches Verfahren möchte indeß zu partiell erscheinen und würde nichts zur Ueberzeugung der Gegner beitragen. Deshalb mögen Hr. M. Beobachtungen hier auch ihren Platz finden und zwar die aus dem erstgenannten Aufsatz meist unverkürzt, damit der Leser hinreichende Data zur Beurtheilung finde, die deunoch ohne sehr genaue Kenntniß der Lokalität bei diesem Gegenstande fast unmöglich ist. Ein großer Theil der Einwürfe scheint mir schon von den Hrn. Forbes und Fox widerlegt zu seyn, auch haben die Beobachtungen mit dem Thermometrographen in senkrecht stehenden Wasserfäulen offenbar das geringste Gewicht, da es eine bekannte Sache ist, wie schnell sich in diesen die Temperatur ausgleicht. Auch ist nicht zu übersehen, daß Hr. M. doch selbst die Temperatur des in der Grube Oatfield in 1392 Fufs Tiefe hervordringenden Quellwassers zu 82 und 86½° angiebt. P.)

Hr. M. sagt, er sey schon im Jahre 1812 auf die Temperatur in Bergwerken, durch die verschiedene Wärme des Wassers aus verschiedenen Tiefen, aufmerksam geworden und habe seitdem manche Beobachtung darüber niedergeschrieben; doch habe er erst in den letzten Monaten dabei mit möglichster Sorgfalt und Genauigkeit verfahren, daher er von den älteren nur einige mittheile. Wo bei den neueren das Ergebniss ihm im Mindesten zweifelhaft geschienen, habe er die Beobachtung auf verschiedene Weise wiederholt, indem er z. B. das Thermometer 15 bis 20 Minuten lang in das Gestein oder in die Wände der Strecke einsenkte, in den Schlamm oder das stillste-

hende Wasser der Strecke tauchte, oder auch in das Wasser der in den Strecken hervordringenden Quellen hineinbrachte und gleichzeitig 2 bis 3 correspondirende Thermometer beobachtete.

Ich habe kürzlich die Temperatur dreier Strecken untersucht, die von Crenver direct unter der tiefsten Strecke in der Grube Trenoweth getrieben waren. 124 Fathoms unter dem Ausgangstollen oder 956 Fuß unter der Oberfläche war die Temperatur 57° ; bei 984 Fuß, 58° und bei 1044 Fuß, 58° . Fünf Monate zuvor, als die Gruben in Betrieb standen, war die Temperatur in der letztgenannten Strecke 68° .

In der Kupfergrube *Oatfield* war im May 1822 die Temp. der Luft im Kunstschaft am Eingangstollen 61° ; 1092' unter der Oberfläche 77° ; 1272' tief und 480' östlich vom Schacht, 78° ; 1552' tief und 600' östlich vom Schacht 81° , in derselben Strecke 360', westlich vom Schacht aber nur 78° . Keiner dieser Orte stand im Betrieb, doch war der letztere denen, wo gearbeitet wurde, näher, als die anderen. In 1592' Tiefe und 72' östlich vom Schacht, wo gearbeitet ward, war die Temp. 80° ; nur 24' tiefer aber 180' westl. vom Schacht, in einem geschlossenen Ende war sie 85° . *Hier hatte das Wasser, was in beträchtlichen Strahlen aus zwei schmalen Adern, am Boden der Gallerie, hervordrang, wenige Fuß von einander die verschiedenen Temperaturen von 82° und $86\frac{1}{2}^{\circ}$ F.*

Seitdem wurden die Pumpen aus den tiefsten Theilen der Grube fortgenommen, und der Schacht füllte sich, bis zu 182 Fathoms unterhalb der Oberfläche auf mehrere Monate mit Wasser. In dieser Strecke

war die Temperatur ungefähr 77° , aber einige Monate später (Sept. 1822) als das Wasser bis zur Strecke gestiegen war, war die Temperatur des Wassers wenige Fuß unter seiner Oberfläche 69° und $72'$ unter derselben 71° . Vierzehn Tage später wiederholte ich den Versuch und fand die Temp. wenige Fuß unter der Oberfläche des Wassers 66° , und 12 Fathoms tief im Wasser 67° ; es hatte sich also innerhalb 14 Tagen um 2 Grad, und seit seinem Eintritt in die Grube um 11° abgekühlt.

In der Kupfergrube *Crenver*, einem sehr kleinen Werk, war die Temperatur, 300' tief und 300' östl. vom Kunstschacht, 55° ; 432' tief 56° ; 492' tief 61° ; 617' tief 62° ; 672' tief 64° ; 732' tief 64° im Schacht, aber in einer Strecke 360' östl. nur 60° ; 792' tief, 63° im Schacht, aber 1200' östl. von demselben nur 61° , und 852' östl. 62° , aber 180' westl. war sie 64° und 1200' westl. 68° .

Huel Abraham liegt auf demselben Gange mit Trenoweth, Crenver und Oatfield ist meist in allen Theilen in vollem Betrieb. 1332 Fuß unter der Oberfläche war die Temperatur 84° . In 1592' Tiefe stand das Thermometer, an einem Montag-Morgen, ehe die Bergleute zur Arbeit zurückgekehrt waren und die Blasmachine frische Luft in die Grube gebracht hatte, auf 90° ; wenige Tage hernach, als der Ort durchschlägig geworden, war es bis auf 86° gefallen. Bei 1452' Tiefe, stand es in einer Strecke auf 84° , und in einer andern (dem einzigen Ort, wo sich keine Arbeiter befanden) auf 86° F.

Ich will nun die Resultate einiger Versuche erwähnen, um die Temperatur des Wassers bei verschiede-

ner Tiefe in Gruben auszumitteln, die lange außer Betrieb standen.

Die Kupfermine *Herland* ist, ausgenommen oberhalb des Stollens, seit 15 Jahren verlassen. Am 28. May 1822, als die Temperatur an der Oberfläche im Schatten 64° und in der Sonne 74° betrug, fand ich die des Wassers, welches zum Stollen hinausfloß, in 32 Fathoms Tiefe, 52° ; bei Annäherung zum Kunstschaft stieg sie auf 53° . Als 2 Thermometrographen (Self-registering thermometers) hinabgesenkt wurden, die in einem Gehäuse beschwert mit eisernen Gewichten gut verwahrt waren, fand sich die Temperatur in 10, 20, 40, 60 und 100 Fathoms Tiefe im Wasser, und 792 Fufs unter der Oberfläche der Erde gleichförmig zu 54° F. In einem andern Schachte dieser Grube, 360' nordwestl. von dem großen Kunstschaft, hatte das aus dem Stollen fließende Wasser 54° Temperatur, dahingegen in 10, 20 und 40 Fathoms Tiefe, 56° F.

Am 8. Jun. besuchte ich *Huel Pol* und *Huel Rose*, Bleigruben bei Helston; in zwei Schächten war die Temperatur des Wassers, bei 10 und 20 Fathoms Tiefe 53° F.

In *Huel Rose*, hatte das Wasser im Kunstschaft bei 60' Tiefe $53\frac{1}{2}^{\circ}$; bei 120 Fufs $53\frac{1}{2}^{\circ}$; bei 240 Fufs $53\frac{1}{2}^{\circ}$ und bei 300 Fufs nur 53° F. Die Zeit, während welcher man das Thermometer in den verschiedenen Tiefen (mit Ausnahme der letzten) verweilen ließ, betrug 10 Minuten, welches vielleicht kaum lang genug war.

In *Huel Alfred*, war, im Juli 1822, die Temperatur des Wassers im Stollen (adit) 18 Fathoms unter der Oberfläche: 56° , und eben so war sie gleich-

förmig in Tiefen von 60, 120, 240, 360, 600 und 672 Fuß im Wasser oder 780 Fuß unter der Oberfläche.

In *Relistian* Grube in Gwinear, welche während des Betriebes viel heißer seyn soll, wie im Allgemeinen die Gruben, fand ich die Temperatur (im Jul.) des Wassers im Stollen, in 25 Fathoms Tiefe, nur 55° und bei 10, 20 und 25 Fathoms Tiefe war sie noch dieselbe.

Huel Ann, eine alte Zinngrube, 353 Fuß über dem Spiegel des Meeres, liegt im Granit und mit Huel Trumpet, im Kirchspiele *Wendrom*, auf demselben Gang. Diese Grube ist seit 20 Jahren verlassen, wird aber gegenwärtig wieder aufgenommen. Bei Oeffnung eines Schachtes fand ich, daß man 120 Fathoms senkrecht hinablöthen konnte. Ich that dieses mit einem 50 Pfund Gewicht, an welchem eine gewöhnliche Flasche, gut verkorkt, versiegelt und verwahrt, befestigt war, und so, daß mittelst einer kleinen Schnur der Pfropfen nach einem Zeitraum von einigen Minuten abgezogen wurde; das hiedurch aus dem Tiefften geschöpfte Wasser hatte eine Temperatur von 52°, und eine Pinte von demselben, hinterließ nur einen Rückstand von 1½ Gran. Ich senkte darauf einen Thermometrographen hinein, wie bei meinen frühern Versuchen, und fand die Temperatur in Tiefen von 30, 60, 120, 240 u. 720 (dem Tiefften der Grube) Fuß, überall zu 52°. Das Tiefste dieser Grube liegt 804 Fuß unter der Oberfläche und das Thermometer blieb daselbst 4 Stunden lang im Wasser.

Als ich meine Versuche über die Temperatur des Wassers in Herland Grube wiederholte, fand ich die-

felbe in allen Tiefen wie zuvor, nämlich 54° in dem alten Kunstschaft; 56° in einem andern, 60 Fathoms davon abstehend; und in einem dritten, zuvor nicht untersuchten, nur 52° .

Huel Franchise, eine Zinn- und Kupfergrube, im Kirchspiele Wendrom, 313 Fuß über dem Spiegel der See und parallel mit Huel Trnmpet, steht ungefähr seit 2 Jahren außer Betrieb. Das Wasser im Tiefften derselben, oder 180' tief, hatte 51° F.

Huel Nancy, liegt auf demselben Gang. Diese Grube, seit länger als 20 Jahren verlassen, ist 200' tief und zeigt in allen Tiefen 51° , während die Temperatur im Schatten an der Oberfläche 55° war.

Hr. Moyle glaubt diese Thatfachen bewiesen, daß die Wärme der Erde nicht mit der Tiefe zunehme, sondern daß die Temperatur in den größten Tiefen nahe gleich sey mit der mittleren jährlichen Temperatur unter jener Breite. Er stellt die obigen Thatfachen noch in einer Tafel zusammen, die aber hier der Raumersparung halber fortgelassen ist.

In Hrn. Fox Tafeln, „bemerkt Hr. Moyle“, ist die Unregelmäßigkeit in dem Anwuchs der Temperatur sehr hervortretend. So scheint es in der Chacewater-Grube bei 600 Fuß Tiefe eben so warm zu seyn, als in der Dolcoath Grube bei 1440 Fuß, in beiden nämlich 84° . Ferner ist es in United Mines bei 420 Fuß so warm, als in Dolcoath bei 1200 Fuß; so warm in Chacewater bei 480 Fuß, als in Huel Damsel bei 84° F.; so warm bei 78° F. in Treskerby, als bei 138° in Dolcoath u. s. w., und in United Mines, bei 1080 Fuß Tiefe, wärmer als in irgend einer anderen Grube der Grafschaft. Aus dieser Angabe scheint es, daß man,

nun die Temperatur der Erde 27° F. wärmer zu finden in Chacewater 540 Fufs, in Dolcoath 1380 Fufs und in United Mines 1080 F. hinabgehen müsse.

Ferner, bemerkt Hr. M., müsse die Temperatur, nach Abzug dessen, was man zufälligen Ursachen zuschreiben könne, in einer Tiefe von 1044 Fufs, Hrn. Fox zufolge $69\frac{1}{2}^{\circ}$ und Hrn. Dr. Forbes zufolge, $66\frac{1}{2}^{\circ}$ betragen; dahingegen nach seinen Beobachtungen die von Crenver unter Trenoweth getriebene Strecke, die genau in dieser Tiefe liege, nur 58° zeige, obgleich daselbst nicht gearbeitet werde, auch betrage daselbst an einem andern in Betrieb stehenden Ort, der allen äusseren Wärmequellen ausgesetzt sey, die Temperatur nur 68° F.

Dr. Forbes hatte aus der Temperatur der Grubenwasser aller verlassenen Bergwerke einen Beweis für die hohe Temperatur der Cornwaller Bergwerke in der Tiefe gezogen. Gerade dieses aber, meint Hr. M., werfe ihre Theorie gänzlich um; denn er könne nun beweisen, daß die grossen Anhäufungen von Wasser selbst eine geringere Temperatur haben, als die angenommene mittlere Temperatur des Klima, z. B. die in Huel Ann in 130 Lachter, die im dritten Schacht der Grube Herland in 160 Lachter Tiefe, in Ding-Doug, Huel Rose u. f. w. Die beiden einzigen Fälle von Bedeutung, welche Dr. Forbes für jene Behauptung vorbringe, seyen die aus den Gruben Botallack und Little Bounds; aber was den ersteren beträfe, „so sey die Wärme des Grubenwassers an der Sohle des Werkes (*at the bottom of the working*) nicht gegeben“ und was es denn mit der Temperatur am Boden der angehäuften Grubenwasser in Little Bounds zu thun habe,

dafs die Pumpen im Jahre 1822 Wasser von $56\frac{1}{2}^{\circ}$ ausgossen. Dr. Forbes selbst erzähle auf der folgenden Seite, dafs eine grofse Menge Grubenwasser, ähnlich der letztern, in dem alten verfallenen Theile von Ding-Dong, beim Arbeiten in 444 Fufs Tiefe durch Unvorsichtigkeit sey angebohrt worden, und dafs das Wasser, was aus demselben (und das war die Sohle des verlassenen Theiles) hineindrang, nur $55\frac{1}{2}^{\circ}$ F. Wärme hatte, welches beweise, dafs es selbst im Mittelpunkt der Erde eben so kalt seyn könne, als in irgend einer Tiefe an der Oberfläche. — Da endlich Hr. Dr. Forbes durch seine physikalischen Erörterungen über die von ihm sogenannten fremdartigen Quellen der Wärme in Bergwerken, zu Resultaten geführt werde, die weit von dem abliegen, was sich in Wirklichkeit finde, so lasse sich, glaubt Hr. Moyle, dessen Meinung nicht halten, und diese Extra-Portion müsse von der Erde selbst herrühren. Uebrigens gebe es wohl kaum ein schwierigeres Problem, als die *unzählig* vielen Quellen von Wärme in einem Bergwerke, das in voller Arbeit steht, genau zu schätzen.

In seinem letzten Aufsatz (Annals of Phil. Dec. 1824) stellt Hr. Moyle zunächst einige Betrachtungen über die Art an, wie diese Beobachtungen am zuverlässigsten zu machen seyen. Er meint, das Bohren von Löchern in dem festen Gestein im Tiefsten der Grube oder an einer andern Stelle, sey trüglisch, sobald man dem Loche nicht eine beträchtliche Tiefe gebe, es nicht auf dem Gang anbringe, und nicht Wasser in einem mächtigen Strahl aus demselben hervorquel-

le *). Die erwärmte Luft würde sonst in das Loch eindringen und ihm bald dieselbe Temperatur ertheilen, welche die Wände der Strecken besitzen. Auch rath er, nur in solchen Theilen einer Strecke zu bohren, die keine andere Strecken über sich haben, weil sonst aus den letztern Wasser herabfickern könnte.

Hierauf theilt Hr. Moyle in Bezug auf seinen früheren Anfsatz einige im Sommer 1824 angestellte Beobachtungen mit.

Er hatte früher die Temperatur im Kunstschacht der Grube Oatfield bei 182 Lachter Tiefe, während des Betriebes 77° gefunden, 66° hingegen nachdem die Grube verlassen war und alles unter Wasser stand, so wie 67° für die Temperatur dieses Wassers bei 12 Lachter Tiefe. Jetzt war die Grube seit einigen Monaten verlassen, und als ein Thermometrograph hineingesenkt ward, fand sich die Temperatur des Wassers überall in jeder Tiefe zu 54° F.

Die Temperatur des Wassers in den verlassenen Gruben Herland und Huel Alfred hatte er früher, die erstere zu 54° , die letztere zu 56° angegeben. Seitdem waren die Gruben wieder aufgenommen und das Wasser in dem Kunstschacht bis zu 52 Lachter unter Tage ausgepumpt. Die Temperatur dieses Wassers an seiner Oberfläche war 58° , aber 8 bis 10 Lachter unterhalb derselben noch 54° . Der Schlamm in einer Strecke bei diesem Niveau hatte 54° , während die Luft

*) Gerade das Wasser möchte indeß, wo möglich, hier ganz auszuschließen seyn, wie schon bei einigen Beobachtungen des Hrn. Fox und den früheren des Hrn. d'Aubuisson und des Hrn. Oberberghptm. v. Trebra geschehen ist. P.

im Schacht 58° befand. Der Schlamm in einigen Strecken, zu denen man sogleich auf beträchtliche Abstände eindringen konnte, ehe die Arbeiter Zutritt hatten, befand keine höhere Temperatur als 56°; während die Luft daselbst bis auf 1° mit der im Kunstschaft übereinkam. Die Oberfläche des Wassers im Schachte wurde in dem Maasse wärmer, als sie weiter hinabsank, so daß sie 66° zeigte, als 100 Lachter Wasser fortgepumpt waren; 10 Lachter unter der Oberfläche des Wassers waren wie vorhin 54° F.

Ähnliche Erfahrungen wurden gemacht, als man die Grube *Huel Alfred* trocken legte. Das Wasser in dieser war zuvor in allen Tiefen von 56°. Nach Fortschaffung des Wassers fand man die Temperatur des Schlammes in den meisten Strecken 56°; eben dies war die Temperatur des Wassers bei 8 bis 10 Lachter Tiefe unter seiner Oberfläche. Nur darin waren die Umstände von den in *Herland-Grube* verschieden, daß die Oberfläche des Wassers, während ihres Sinkens, eben so wie die Luft, beständig nur 59° zeigte, obgleich das Wasser ursprünglich 2° wärmer war als dort, wo es während des Auspumpens bis zur selben Tiefe um 10° stieg. Der Grund hievon scheint darin zu liegen, daß die Kunst in *Huel Alfred* das Wasser vergleichungsweise viel rascher hob, als in der andern Grube; in *Huel Alfred* mehr in einem Monat, als in *Herland* in 6 Monaten.

In der Zinngrube *Huel Trumpet* ließ Hr. M. zwei Löcher in den Gang bohren; eins am Ende der Strecke die bei 80 Lachter, und das andre in der die bei 94 Lachter Tiefe unter der Oberfläche fortgeht. Jedes dieser Löcher war 2 Fuß tief und so gelagert, daß das Wasser

aus ihnen hervor drang. Diese Orte wurden gewählt, weil sie am weitesten vom Schachte entfernt, und folglich am meisten von dem Wasser befreit waren, was aus den oberen Strecken herabfickern konnte. Der erstgenannte Ort lag noch um eine Lachter weiter weg, als der zweite tiefer liegende, und das Wasser drang daselbst in einem mächtigen Strahl *aus dem Loche* hervor. Die Temperatur dieses Wassers am Boden des Loches war nur 52°, die des Wassers im zweiten Loche, unter denselben Umständen, 56°. Eine kurze Verbindungsstrecke war im vollen Betriebe, und hatte ohne Zweifel Einfluß auf die Temperatur des Wassers in der untern Strecke, da alles Wasser daselbst in den Boden drang und wahrscheinlich hinabfickerte.

IV. Erfahrungen aus den brittischen Steinkohlenbergwerken,
von Robert Bald.

(Sie wurden vorgelesen in der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Edinburgh im Jahre 1819 und stehen im Auszuge in dem Edinb. philos. Journ. Vol. I. p. 134.

Die Zunahme der Temperatur in den Steinkohlengruben ist einem Jeden, der sie zu befahren Gelegenheit hatte, eine bekannte Sache. Wenn ein Schacht (dip-pit) mit einem andern (rise-pit) in Verbindung kommt, so entsteht augenblicklich ein lebhafter Wetterwechsel, wie ein schwacher Wind. Steht die Temperatur der Erde auf dem Frostpunkt, so dringt die Luft in jenen Schacht hinein, macht alles Wasser an den Wänden desselben gefrieren und bildet selbst am Dache der Kohlen in der Mine Eiszapfen; sie wird aber bei ihrem Durchzuge durch das Bergwerk bis zu dem andern Schacht (to the rise-pit), der in der Regel von geringerer Tiefe ist, in ihrer Temperatur sehr

erhöht und geht zu dem Mundloche desselben in Gestalt einer dichten Nebelwolke heraus, welche durch Verdichtung der Wasserdämpfe der Grube in der eiskalten Atmosphäre entsteht.

Folgendes sind die Temperaturen der Luft und des Wassers in den tiefsten Steinkohlenbergwerken von Großbritannien:

	An der Oberfläche der Erde.	In Tiefen von engl. Fuss unter der Oberfläche.
Whitehaven in Cumberland	55°(l); 49°(w) a)	180', 63°(l), 60°(w); 600', 66°(!)
Workington - -	56°(l); 48°(w) a)	180' 50°(w); 504', 60°(w) b)
Teem in Durham	— —	114', 68°(l), 61°(w) c)
Percy Main in Northumberland	42°(l)	900', 70°(l), 68°(w) d)
Jarrow in Durham	59½°(l)	322', 70°(l), 68°(w); 900', 64°(l) e)
Killingworth in Northumberland	48°(l)	790', 51°(l); 900', 70°(l) f)
Prince's-end Pit in Staffordshire	— —	1200', 77°(l), 74°(w) g)
		über 480'; 47½°(w) h)

a) Quellen.

b) Unter dem Wasser des Irischen Meeres; die Tiefe vom Meeresspiegel abgerechnet.

c) In einer etwas über dem Meere erhobenen Gegend.

d) Unter dem Bette des Flusses Tyne; die Tiefe vom Meeresspiegel an gerechnet; Leslie's Hygrometer zeigte hier 83° Trockniss.

e) Die Luft an der Sohle des Schachtes 64° f. Die Grube Jarrow ist der tiefste senkrechte Schacht in Gross-Britannien, da er 900' misst, bis zum Fuss der Pumpen.

f) Nachdem die Luft 1¼ Meile weit gegangen ist, von der Sohle des *Downcast pit*.

g) Dieses ist die tiefste Steinkohlengrube in Grossbritannien. Destillirtes Wasser kocht hier im Tiefsten bei 213° f, während es an der Oberfläche bei 210½° f kocht.

h) Die Luft in den Gruben über 60° f.

„Die Erfahrung lehrt, dass es in Steinkohlenbergwerken immer trockner wird, je tiefer man in ihnen hinabkommt; in mehreren Fällen fehlt es in der Tiefe so ganz an Wasser, dass auf die Strecken, auf denen die Pferde gehen, Wasser gebracht werden muss, damit die Treiber von dem Staube nicht zu sehr leiden. Die hohe Temperatur im Prince's-end

Pit haben wir Grund, der Zersetzung von Schwefeleisen zuzuschreiben, die sich unter dem Abfall von Steinkohlen befinden und nicht selten einen wirklichen und sehr heftigen Brand hervorbringen. Die Zunahme der Temperatur, wie sie sich aus den vorstehenden Beobachtungen ergibt, scheint ihren Ursprung in einer beständigen natürlichen inneren Wärme vermöge der physikalischen Beschaffenheit der Erde zu haben.“

„Man hat behauptet, die Wärme in den Bergwerken rühre von den Bergleuten, von den Pferden und vom Brennen der Lichter her; diese Ursachen können aber die Temperatur höchstens um 1° oder 2° erhöhen, da man zur Sicherheit der Grubenarbeiter beständigen Luftzug zu unterhalten genöthigt ist. Noch andere haben diese Wärme einer Zersetzung der Schwefelkiese zuschreiben wollen, an welchen die Steinkohlen und die sie begleitenden Erdschichten immer sehr reich sind, und suchen darin die Ursache der hohen Temperatur der heißen Quellen. Diese Meinung scheint aber nicht haltbar zu seyn. Zwar sind die ausgedehnten Steinkohlenlager Groß-Britanniens außerordentlich reich an Schwefelkiesen, aber noch nie hat man Schwefelkies an seiner Geburtsstelle selbst und in seiner natürlichen Lage zersetzt gefunden, obschon die Steinkohlen viel Wasser enthalten und kohlensaures Gas und Kohlenwasserstoffgas entbinden, nie aber atmosphärische Luft; und allein wenn Sauerstoffgas auf sie einwirkt, zersetzen sich die Kiese. Wären die Schwefelkiese in ihrer natürlichen Lage (*in situ*) einem Zersetzen unterworfen, so würde der größte Theil der Steinkohlenlager in der gan-

zen Welt durch Selbstentzündungen zerstört seyn; solche freiwillige Entzündung findet in den Steinkohlengruben aber bloß da Statt, wo man die Schwefelkiese unter den Abfall wirft und atmosphärische Luft und Feuchtigkeit Zutritt zu ihnen hat. Gäben sich zersetzende Schwefelkiese den heißen Quellen ihre Temperatur, so würden diese immerfort in Temperatur und Mischung variiren, je nachdem sich die Kiese in größerer oder geringerer Ausdehnung zersetzten *).

*) Der verewigte Gilbert hatte dem Obigen noch einen aus den Schriften der Wernerian Society entlehnten Aufsatz von Hrn. M. Miller hinzugefügt, der aber keine Thatfachen enthält, sondern nur einen Versuch, die Temperaturzunahme, wie auch schon sonst geschehen ist, durch Verdichtung der in die Schächte hinabströmenden Luft zu erklären. Das Unhaltbare dieser Erklärungsweise — die offenbar einem Mißverständniß, über die Ursachen der Temperaturabnahme mit der Höhe in freier Luft, ihr Daseyn verdankt — ist leicht zu erweisen. Ich benutze indess diesen Raum nur, um in gedrängter Kürze, die vorzüglichsten der älteren Beobachtungen hinzuzufügen, und folge dabei zunächst der Zusammenstellung im 13t. Bd. d. *Ann. de Ch. et Phys.* (P.)

I. Gensane, Director der Gruben zu Giromagny, 3 Lieues von Belfort in den Vogesen, fand daselbst die Temperatur: bei 101 Meter Tiefe, $12^{\circ},5$ C.; bei 206 M. $13^{\circ},1$ C.; bei 308 M. $19^{\circ},0$ C.; und bei 433 M. $22^{\circ},7$ C.

II. Sanffure (Voyage §. 1088) fand, in einem Schachte bei Bex (Canton Bern) in welchem nicht gearbeitet wurde, die Temperatur der Luft und des stehenden Wassers bei 108 Meter Tiefe: $+14^{\circ},4$ C.; bei 183 Meter: $+15^{\circ},6$ C. und die einer Salzquelle am Grunde des Schachtes bei 220 Meter: $+17^{\circ},4$ C.

III. D'Aubuisson giebt über die Temperatur der Gruben in der Gegend von Freiberg folgende Angaben (über sie und einige ältere Beobachtungen ist auch nachzusehen *Journ. de Physiq.* p. Delametherie Tom. 62. p. 443).

1) Grube *Befehert Glück*.

Das Thermometer in offener Luft nahe an der Grube	— 4° C.;
Am Eingang des Schachtes, durch welchen die Luft ausströmte	+ 10°,0 —
In 120 Meter Tiefe, in einem Wasserstollen 1200 Meter vom Schacht	+ 10°,0 —
- 160 - - - das Wasser in einer Strecke nahe am Schacht	+ 11°,2 —
- 220 - - - in einer Strecke, wo ein geringer Luftzug war	+ 11°,2 —
- — - - - daselbst in einem Wasserstrahl, der Armes dick aus dem Felsen drang	+ 12°,5 —
- 260 - - - in einer Strecke, wo kein Luftzug war	+ 15°,0 —
- — - - - daselbst in einer starken Quelle	+ 15°,8 —
- 300 - - - im Tieffsten der Grube	+ 15°,6 —
- — - - - im stehenden Wasser daselbst	+ 15°,6 —

2) Grube *Himmelfahrt*.

Das Thermometer zeigte in freier Luft	— 4°,0 —
In 100 Meter Tiefe, im Wasserstollen	+ 10°,0 —
- 172 - - - in einer Strecke, wo nicht gearbeitet wurde	+ 12°,5 —
- 224 - - - in der Luft daselbst	+ 15°,0 —
- — - - - in dem aus dem Felsen hervordringenden Wasser	+ 14,24 —
- 250 - - - im Tieffsten, wo nur 4 bis 5 Arbeiter vorhanden, in der Luft	+ 15°,0 —
- — - - - im stehenden Wasser daselbst	+ 14,7 —

3) Grube *Kuhfchacht*, diejenige, die um Freiberg herum die größte Tiefe (412 Meter senkrecht) hat.

Das Thermometer zeigte in freier Luft	— 2°,5 C.;
Am Eingang des Schachtes	+ 10°,0 —
In 215 Meter Tiefe	+ 12°,5 —
- 271 - - - oberhalb der Fläche des stehenden Wassers	+ 15°,0 —
- - - - - im Wasser selbst	+ 16°,3 —

Von 295 Meter an, unterhalb der Oberfläche der Erde, stand die Grube damals unter Wasser.

4) Grube *Jung hohe Birke*, die nur einen Schacht besitzt, damals 350 Meter Tiefe hatte und nahe 60 Meter hoch voll Wasser war.

Das Thermometer zeigte außerhalb der Grube	0°,0 C.;
In 78 Meter Tiefe, im Wasserstollen, in der Luft daß	+ 10°,0 —
- — — — — — im Wasser daß	+ 9°,4 —
- 117 — — im stehenden Wasser eine Strecke, die unter dem Wasserstollen liegt	+ 11°,2 —
- — — — — im Wasser daselbst, das aus der Decke sickerte	+ 10°,0 —
- 156 — — in der Luft einer Strecke	+ 13°,8 —
- 195 — — in der Luft einer Strecke	+ 15°,0 —
- — — — — im stehenden Wasser daselbst	+ 13°,8 —
- 312 — — in der Luft einer Strecke, die 3 — 4 Meter oberhalb des Wassers lag; 80 Meter entfernt von den Arbeitern	+ 17°,2 —
- — — — — im stehenden Wasser daselbst	+ 17°,2 —
- 315 — — im Wasser, das die Grube zum Theil erfäufte	+ 17°,2 —

Auch fand D. das Wasser zweier in gleicher Tiefe liegenden Strecken, in welcher einen gegen 20 Mann arbeiteten, in der andern aber nicht gearbeitet wurde, von gleicher Temperatur.

IV. Eine vorzügliche Berücksichtigung verdienen die Beobachtungen, die Hr. Ober-Berg-Hauptmann v. Trebra zu Freiberg in einigen Gruben anstellen ließ. Es wurden nämlich nur solche Stellen ausgesucht, die fern von den umgehenden Arbeiten lagen, wo der wenigste Luftzug war und wo nicht einmal vorbei gefahren wurde. An diesen wurden Vertiefungen in den Felsen ausgehauen, die Kugel des Thermometers hineingesetzt, das Behältniß mit einer Glasthür verschlossen und noch oben drein mit einer Breterthür, zu der nur diejenigen die Schlüssel hatten, denen die Beobachtungen anvertraut waren. So wurde in der Grube *Beschert Glück*, vom Aug. 1805 bis Aug. 1807, täglich 3mal am Tage beobachtet und man fand, auf der 2ten Gezeugstrecke (die Gilb. Annal. d. Physik. B. 76, St. 4, J. 1824. St. 4. G g

Tiefe ist nicht angegeben) das Thermometer fast beständig auf $+9\frac{1}{2}^{\circ}$ R., in der 6ten Gezeugstrecke, 294 Fufs tiefer, unveränderlich auf $+12^{\circ}$ R.

Eben so wurden im Jahre 1815 mit 4 Thermometern die Beobachtungen in der Fundgrube *Alte Hoffnung Gottes* zu *Großvoigtsberg* angestellt und gefunden,

bei Tiefen von: 255 $\frac{1}{2}$; 601 $\frac{1}{2}$; 953 ; 1348 $\frac{1}{2}$ Fufs,

die Temperaturen: 7° ; $10\frac{1}{2}$; 12° ; 15° R.

Auch in der Grube *Himmelsfürst* wurden ähnliche Beobachtungen gemacht, Hr. v. T. bemerkt, daß diese 3 Gruben, in einer Entfernung von etwa 3 Meilen auseinander liegen, und zwar im Gneusgebirge, wo sich keine beträchtlichen Quantitäten von Kiesen oder brennbaren Fossilien je haben finden lassen. Er nimmt an, daß die Temperaturzunahme hier ungefähr 1° R. auf 150 Fufs Tiefe betrage, und fügt hinzu, daß auch in den Gruben *Ungarns* Beobachtungen mit Thermometern in freier Hand angestellt worden sind, die gleiche Verhältnisse zeigten, aber freilich nicht mit der Zuverlässigkeit, wie die hier in den Felsen eingelassenen Thermometer (*Geogr. Ephem.* XLIX. p. 432). Aehnliche Resultate theilt auch Hr. Prof. Lampadius mit, in seinem: *Systematischen Grundriß der Atmosphärologie.* Freiberg, 1806.

V. Im Jahre 1806 stellte Hr. D'Aubuisson nachstehende Temperaturbeobachtungen in zwei verschiedenen Gruben von *Bretagne* an.

1) *Poullaouen*, die erste von diesen, liegt in $48^{\circ} 17' 49''$ N. B. und $5^{\circ} 55' 57''$ östlich von Paris und das Mundloch des Schachtes *Saint Georges*, 106 Meter über dem Meere. Dieser Lage nach muß, theoretischen Bestimmungen zufolge, die mittlere Temperatur daselbst $11^{\circ},5$ C. betragen.

Das Thermometer zeigte in der Mitte des Tages

(5. Sept.) im Freien $+19^{\circ}$ C.

In 16 Meter Tiefe, im stehenden Wasser, einer

Strecke nahe beim Schacht $+13^{\circ},1$ —

- 39 - - im Wasser, das in der Strecke

St. Georges (in großer Entfernung von den Arbeitern) aus

der Decke herablickerte $+11^{\circ},9$ —

In 39 Meter Tiefe, in demselben Wasser, nach dem es zum Schacht gelangt war	+ 12°,1 C.
- 75 - - im Wasser, am Ende einer langen Strecke; entfernt von den Arbeitern	+ 11°,9 —
- 142 - - im Tiefsten des Schächtes St. Georges, im Sumpfe daselbst	+ 14°,2 —
- 141 - - die Luft daselbst, oberhalb des Sumpfes	+ 15°,0 —
- 150 - - im Tiefsten des Schächtes St. Barbe, im Sumpfe	+ 13°,5 —
- — - - die Luft daselbst, oberhalb des Sumpfes	+ 14°,4 —
- — - - im Wasser, das aus den verlassenen Strecken zu diesem Sumpfe fließt. *)	+ 13°,3 —
- 140 - - in der Galerie du Four nahe beim Schachte St. Barbe, deren Wände überall mit zum Theile efflorescirtem Strahlkies (Pyrite rayonné) bekleidet waren, zeigte das Thermometer in einer Spalte, wo es 15' Minuten lang blieb	+ 14°,6 —
- — - - daselbst, in einem kleinen Loche, aus dem eine ziemlich starke Quelle hervordrang	+ 14°,6 —

2) Huelgoat, die 2te Grube, liegt in 48° 17' 17" N. B. und 6° 1' 46" östlicher Länge von Paris, und das Mundloch des Förderschachtes 173 Meter über dem Meere. Die mittlere Temperatur wäre diesemnach 11° C. Der Felsen ist wie um Poullaouen Tbonschiefer; enthält aber hier einige Schichten Alaunschiefer. Das Thermometer zeigte, am 5. Sept.:

In einer Strecke; ungefähr 15 Meter unter dem Stollen;
seit mehreren Jahren gänzlich verlassen u. ohne Lüftung 11° C.

*) Diese aus den oberen Theilen der verlassenen Gruben herkommenden Wasser tragen hier, wie Hr. D. bemerkt, hauptsächlich dazu bei, die Temperatur zu erniedrigen.

In 70 Meter Tiefe, im stehenden Wasser, einer Strecke,	die mit dem übrigen Theile der Grube in keiner Verbindung stand	12°,2 C.
- 60 - -	in einer Strecke, wo starker Luftzug war, und viel Wasser herabtröpfte	13°,7 —
- 80 - -	im stehenden Wasser, einer Strecke, die im vollen Betriebe stand und wo starker Luftzug war	15° —
- 140 - -	in einem Wasserbehälter, nahe beim Schachte	17° —
- 230 - -	in einer Strecke, in einem schwach vitriolischen Wasser, das in großer Menge aus dem Felsen floss	19°,7 —
- — - -	in dem aus diesem Wasser gebildeten Bach, 60 Schritt weiter gegen den Schacht hin	19°,7 —
- — - -	in der Luft daselbst	19°7 —
- 238 - -	im Wasser, das 16 Meter hoch, das Tiefste der Grube ausfüllte	18°,8 —

Die Beobachtungen (von der 4ten an) im südlichen Theile der Gruben haben, bemerkt Hr. D., offenbar durch den Zutritt der vitriolischen Wasser einen störenden Einfluß erlitten und die ungewöhnliche Temperaturerhöhung sey hier der Zersetzung des Schwefelkieses zuzuschreiben, aber nur desjenigen, der kaum wahrnehmbar die ganze Masse der Steinkohlen durchzieht; der Schwefelkies in Massen bewirke keine Temperaturerhöhung, auch seyen es nicht die an Schwefelkies reichsten Steinkohlen, welche im Innern der Gruben, die, unter dem Namen *senx grisons* bekannten, schlagenden Wetter veranlassen.

VI. Hr. A. v. Humboldt theilt in den *Annal. de Ch. et Ph.* XIII. p. 207 nachstehende, früher noch nicht bekannt gemachte, Beobachtungen mit.

1) Gruben in Neuspanien (Mexico).

Guanaxuato, in 21° 0' 15" N. B. Höhe des Plateaus über dem Meere, 1100 Toisen. Mittlere jährliche Temperatur der Luft wahrscheinlich 16° C. In den tiefsten Theilen der Grube Valen-

ciana sind die Arbeiter beständig einer Temperatur von 33° C. ausgesetzt. In freier Luft fand Hr. v. H. das Thermometer im September auf $19^{\circ},3$ C. Zwischen *Despacho del tiro nueva* und *Boveda de San Pablo*, zwischen 100 und 200 Varas ($2\frac{1}{2}$ Vara = 1 Toise) Tiefe, auf $23^{\circ},7$ bis $27^{\circ},6$ C.

In den *planes* (Strecken?) von San Bernardo, bei 600 Varas Tiefe $33^{\circ},8$. Die Quelle, welche aus dem Gange selbst hervorsprang, hatte $36^{\circ},8$ Temperatur, sie ist 3° wärmer als die Luft der *planes*, worin die Bergleute arbeiten.

Die Grube von *Rayas*, nahe bei der von *Valenciana*, wird von den Bergleuten mit Unrecht für viel wärmer gehalten, als die *planes de San Bernardo*. Hr. v. H. fand das Thermometer in freier Luft nahe am Mundloche des Stollens (Boca de la mina) auf $20^{\circ},8$ C. In den *planes* bei 230 Varas Tiefe auf $33^{\circ},7$ C.

In den Gruben von *Villalpando*, 3 Lieues im Norden von Guanaxuato (auf einem Plateau von 1330 Toisen), in freier Luft: $22^{\circ},4$, in den *planes* bei 160 Varas Tiefe: $29^{\circ},4$.

Es war in den Gruben von Guanaxuato, wo man 1784 ein unterirdisches Getöse hörte, das von keinem Stosse begleitet wurde. Der am 14ten Sept. 1759 aus der Erde emporsteigende Vulkan *Jorut* liegt 50 Lieues von Guanaxuato. Um Guanaxuato herum giebt es heiße Quellen, welche aus einem basaltischen Conglomerat hervorspringen. Die von Comangillas haben, nach Hrn. v. H., eine Temperatur von $96^{\circ},2$ C.

In den Gruben von *Cabrera*, nahe bei Moran (N. Br. $20^{\circ} 10' 14''$; Höhe 1331 Toisen; mittlere Temperatur wahrscheinlich $15^{\circ},8$ C.) hatte die äußere Luft 10° bis $11^{\circ},8$ C. In der Galerie *del Conde de Regla*, bei 60 Varas Tiefe, $21^{\circ},2$; das Wasser in dieser Tiefe: $17^{\circ},1$.

In dem Dorfe *Tehuilotepac*, bei *Tasco* (Breite $18^{\circ} 35' 0''$, Höhe 919 Toisen, mittlere Temperatur wahrscheinlich 20° C.) war die Temperatur der Luft außerhalb der Grube am Tage 25° bis 26° , in der Nacht 16° bis 17° . In der Galerie von San Ignacio (wo es weder Bergleute noch Luftzug gab), bei 230 Varas senkrechter Tiefe: $24^{\circ},3$, in dem Grubenwasser bei derselben Tiefe:

20°. Bei *Moran* waren die Grubenwasser 4°, und bei *Tehuilotepes* 4°,3 kälter als die Luft in den Gruben. *)

2) Gruben in Peru.

Die einzigen Beobachtungen, die in großer Tiefe, aber zugleich in einer um mehr als 1800 Toisen über dem Meere liegenden Gegend, gemacht wurden, sind die von Hualgayoc nahe bei Micuipampa auf dem Rücken der Andes von *Chota*; südl. Breite: 6° 43' 38''; Höhe des Plateaus 1816 Toisen; mittlere jährliche Temperatur der Luft wahrscheinlich 7°,8 C. Das Erz führende Gebirge von Hualgayoc, welches auf dem Plateau isolirt steht, scheint mehr als 2100 Toisen Höhe über dem Meere zu haben. In freier Luft fand Hr. v. H. das Thermometer auf 5° bis 6° C.

In der *Mina de Guadalupe*, die Luft in einer Galerie: 14°,3; das Wasser daselbst: 11°,2. In der *Mina del Purgatorio*, welche äußerst trocken ist: 19°,6.

Diese Temperatur von 19°,6 im Innern der Erde, fast in der Höhe des Pils von Teneriffa, bemerkt Hr. v. H., ist ohne Zweifel sehr merkwürdig. Das Thermometer steht in diesen Gegenden am Tage auf 5° bis 9°; in der Nacht auf 0°,4 bis + 2°. Der Ort, wo ich in der Grube Purgatorio die Temperatur gemessen habe, liegt nahe 30 Toisen niedriger als der bei der Grube Guadalupe. Es ist fast unmöglich, die Tiefe in Bezug auf die Oberfläche des Bodens zu bestimmen, weil das isolirte Gebirge, in welchem die Gruben ausgehöhlt sind, sehr unregelmäßige Abhänge besitzt. Es ist hinreichend, anzuführen, daß die *planes* der beiden Gruben ein wenig oberhalb des Plateaus von Micuipampa, und 250 bis 300 Toisen unterhalb des Gipfels des Gebirges von Hualgayoc liegen. Zwei Punkte im Innern des Gebirges, bei 1840 Toisen absoluter Höhe, haben folglich die Temperatur von 14°,3 und 19°,6 C., während die Luft umher

*) In den Gruben von Saint - Ana (Königreich Neu - Granada) fand Hr. v. H. die Luft überall auf 21°,4; die Luft daselbst im freien, am Tage auf 22°,5, in der Nacht auf 18°,7; die Grube hat aber kaum eine Tiefe von 35 Toisen. Sie liegt in 5° 10' nördlicher Breite, 500 Toisen über dem Meere, in einer Region, wo die mittlere Temperatur der Luft wahrscheinlich 21° oder 22° ist.

eine mittlere Temperatur von $7^{\circ},8$, und die Grubenwasser an denselben Orten $11^{\circ},2$ besitzen.

Einige ältere namentlich in Gruben am Fichtelgebirge gemachte Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt finden sich in dessen Werke: Ueber die unterirdischen Gasarten u. s. w. (Braunschweig, 1799) im 3ten Capitel; auch hat Hr. v. H. in Verbindung mit Hrn. Freiesleben schon 1791 eine lange Reihe von Beobachtungen über die Temperatur der Gruben zu Freyberg aufgestellt. Er fand in den Gruben Kuhschacht und Segen Gottes Herzog Augustus, bei 120 und 150 Meter Tiefe, die Luft von 13° bis 14° C., während die Temperatur der äußern Luft im Januar $+3^{\circ}$ und $+4^{\circ}$ war. Die mittlere Temperatur von Freyberg schätzt Hr. v. H. auf 7° oder 8° , da die von Berlin höchstens $8^{\circ},5$ C. beträgt.

VII. Minder entscheidende Resultate, haben die Beobachtungen des Bergmeisters Claes Wallman in den Gruben von Fahlun (Kongl. Vetensk. Ac. Handl. år 1821) geliefert. Er fand nämlich

in Tiefen von: $43\frac{1}{2}$; $65\frac{1}{2}$; 75; 100; 140; 171; 192 Lachter,

die Temp. folgeweise: 11° ; 14 ; 17 ; 20 ; 15 ; 14 ; 13° R.

Es scheinen hier mehrere Umstände störend eingewirkt zu haben, und deshalb übergehe ich sie, zumal auch schon Hr. v. Berzelius im Jahresberichte für 1822 p. 149 sich über dieselben ausgesprochen hat. Das interessanteste Factum, was sie enthalten, möchte vielleicht das seyn, daß an einer Stelle, in 105 Faden Tiefe, sich noch die Spuren eines daselbst vor 20 Jahren Statt gehabten Brandes nachweisen ließen, indem hier die Temperatur, höher als an den übrigen Orten, $+30^{\circ}$ (R.?) gefunden wurde. Es beweist dies, wie auch Hr. af Forsselles in einem Zusatz zu Wallman's Beobachtungen bemerkt, wie langsam die Erkaltung des Gesteins vor sich gehe, da wo sie nicht durch Luftzug u. s. w. beschleunigt wird.

VIII. Noch verdieut hier die Bemerkung von Hrn. Arago eine Stelle, daß die Beobachtungen in den Kellern der Pariser Sternwarte, bei 28 Meter Tiefe, eine Temperatur anzugeben scheinen, die um 1° C. höher ist, als die mittlere Temperatur der Luft in Paris. Doch enthält sich derselbe aller Folgerungen hieraus, da es ihm zweifelhaft scheint, ob die letztere hiezu durch das ge-

wöhnliche Verfahren hinreichend genau bestimmt ist (Ann. d. Ch. et Ph. XIII. 211).

IX. Im Juli 1824, theilte Hr. Arago der K. Akademie neue Beobachtungen über die Temperatur der Quellen zu *Artois* in Flandern mit, aus welchen hervorgeht, daß die Quelle *Saint Venant*, die aus einer Tiefe von 100 Metern hervor kommt, beständig eine Temperatur von $+ 14^{\circ}$ C. besitzt, während die mittlere Temperatur jener Gegend höchstens $+ 11^{\circ}$ C. seyn kann. (Ann. d. Ch. et Ph. XXIX. 317.)

X. Auch muß ich hier noch der vom Hrn. v. Buch gemachten interessanten Beobachtungen erwähnen, über die relativ hohe Temperatur des Bodens in Finnmarken, wo an einem Orte Gras unter dem Schnee fortwächst; muß aber darüber auf dessen Werk (Reise durch Norwegen und Lappland, 2ter Theil p. 89.) selbst verweisen.

Endlich mögen auch die *heissen Quellen* hier wenigstens genannt seyn, da sie, worüber wohl Viele einig sind, vielleicht dasselbe im Großen beweisen, was man im Kleinen aus den, zum Theil nicht einwurfsfreien, Grubenbeobachtungen geschlossen hat. Es sey indeß genug ihrer erwähnt zu haben, da sie und alle mit dem Vulkanismus nachweisbar zusammenhängenden Erscheinungen nicht Gegenstand dieses Aufsatzes seyn sollten.

Poggendorff.

IV.

*Versuch über Ludwig Wilhelm Gilbert's
Leben und Wirken;*

von

Dr. LUDWIG CHOULANT,

Professor an der chirurgisch - medicinischen Academie zu Dresden.

LUDWIG WILHELM GILBERT,

Doctor der Philosophie und Medicin, ordentlicher Professor der Physik an der Universität zu Leipzig, Mitglied der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem und zu Kopenhagen, der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, der Batavischen Gesellschaft der Naturkunde zu Rotterdam, der Jablonowsky'schen Gesellschaft zu Leipzig, der ökonomischen Gesellschaft zu Dresden und zu Potsdam, der mineralogischen Gesellschaft zu Dresden und zu Jena, der physikalischen Gesellschaften zu Frankfurt, Gröningen, Halle, Heidelberg, Leipzig, Marburg und Rostock; so wie der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu Petersburg, der Königl. Academies der Wissenschaften zu Amsterdam, Berlin und zu München, und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen correspondirendes Mitglied,

wurde geboren zu Berlin am 12. August 1769 als ältester Sohn des Advocaten und Hoffiscal am Kammergerichte, Ludwig Dietr. Gilbert aus Fehrbellin, dessen Voreltern, bei Anhebung des Edicts von Nantes, Metz verlassen und sich nach Deutschland gewendet hatten. Schon als sechsjähriger Knabe (am 7. October 1775) verlor unser Gilbert seinen Vater, der ihm bereits die Lust zu geographischen Studien, die er selbst sehr liebte, so weit mitgetheilt hatte, daß er auf der ihm vorgelegten Karte schon ziemlich bewandert war. Seine Mutter, eine höchst verständige, treffli-

che Frau, die ihn auch überlebte, übernahm nun seine alleinige Pflege und brachte ihn im Mai des Jahres 1776 auf das erst zwei Jahre vorher gestiftete Philanthropin zu Dessau, wo er den Unterricht Campe's, Bafedow's, Wolke's und einiger jungen Schweizer genoß. Unter dem Professor Buffe entwickelte sich seine Liebe zur Mathematik sehr bald und er machte darin bedeutende Fortschritte; auch zeigte sich dort schon der Grundcharacter seines spätern Lebens: Fleiß und Ernst in den Lehrstunden, Frohsinn in der Erholungszeit. Mit dem Kupferstecher Kolbe wohnte er dort auf einem Zimmer zusammen, wodurch sich wahrscheinlich seine fortwährende Liebe zu den zeichnenden Künsten, namentlich zum Kupferstich, entwickelte. Insbesondere aber nahm der Professor Neuendorf sich seiner damals und auch späterhin wahrhaft väterlich an. Im Frühling des Jahres 1786 bezog Gilbert, da seine Mutter ohne Vermögen mit seinen fünf Geschwistern geblieben war und er ein damals schon fälliges Stipendium zu genießen hatte, die Universität Halle, holte hier durch Privatfleiß nach, was ihm durch seinen zeitigen Abgang von der Schule noch mangelte, und benutzte in den Feierstunden weniger die ihm eröffneten vortheilhaften Familienbekanntschaften, als vielmehr den Umgang mit gebildeten Männern (namentlich Spatzier, Müller und Schwerin) beim Luftwandeln im Freien. Außer diesen Männern rühmte er noch in spätern Jahren die Belehrung und Unterstützung der Herren Eberhard, Bartels, Karsten, Richter, Madeweis, Voigtel, Reichardt, und der beiden Sprengel, von denen

namentlich der verstorbene Sprengel ihn zu Correcturen brauchte und hervorzog. Seine Hauptstudien blieben immer Geographie und Mathematik und schwer wollte er sich zu einem Brodstudium entschließen. Am 15. December 1794 promovirte er als Doctor der Philosophie und fing im darauf folgenden Jahre an Vorlesungen über Mathematik, später auch über Physik zu halten, wurde Observator an der Sternwarte, noch in demselben Jahre (1795) außerordentlicher Professor, und im Jahre 1798 auch Unterbibliothecar. Nachdem der verdiente Gren am 26. November 1798 gestorben war, wurde Gilbert sein Nachfolger in den Lehrvorträgen über Physik und Chemie, in der Redaction der Annalen der Physik und im Jahre 1801 auch in der ordentlichen Professur der Physik und Chemie. Im Jahre 1808 erhielt er von der Universität Greifswalde das Diplom als Doctor medicinae und im Jahre 1811 den Ruf als ordentlicher Professor der Physik an der Universität Leipzig, den er auch annahm. In diesem Berufe, den er am 26. September 1811 öffentlich antrat, blieb er ununterbrochen und unermüdet thätig bis zu seinem leider zu früh erfolgten Tode, der am siebenten März 1824, Sonntags Abends zehn Uhr, erfolgte. Am Freitage Abend hatte er noch einer glänzenden Gesellschaft beigewohnt, am Sonnabend Vormittags noch seine gewöhnlichen Vorträge gehalten und über nichts als eine geringe Unpäßlichkeit geklagt, die sich aber bald als eine schnell tödtliche Darmentzündung auswies, der sein ohnedies schwächlicher Körper schnell unterliegen mußte.

Wir haben geflissentlich diese äußeren Verhältnisse von Gilberts Leben in eine so kurze Uebersicht zusam-

mengefaßt, um uns nun desto ungestörter dem zuwenden zu können, was das stille Leben eines Gelehrten erst erwähnenswert macht, nämlich zu dem, was Gilbert in der gelehrten Welt zu leisten versuchte, was er wirklich leistete und wie er dahin kam, es zu leisten. Sind diese Erörterungen überhaupt nothwendig bei jedem biographischen Versuche über einen Gelehrten, so werden sie bei Gilbert, dem Vielverdienten und Vielverkannten, um so unerläßlicher erscheinen.

Das Verdienst, welches sich der vieljährige academische Lehrer durch seine Vorträge erwirbt, und das in seinen Folgen als ein höchst wichtiges und wohlthätig in die fernsten Zeiten hinübergreifendes erkannt werden muß, wird seit dem allgemeinen Gebrauch der Presse häufig so verkannt, daß man dem Gelehrten gewöhnlich nur das als eigenes Verdienst anrechnet, was er als Schriftsteller geleistet hat, daher auch so mancher derselben den stillen Beruf des Lehrers über dem glänzenden des Schriftstellers versäumt. Gilbert erfüllte beides nach seinen besten Kräften, wir sprechen aber zuvörderst von seiner öffentlichen Wirkksamkeit als Schriftsteller, weil wir für diese das Gesagte mit Zeugnissen belegen können, und uns so für dasjenige Glauben zu verdienen hoffen, was wir von der stillern Wirkksamkeit Gilberts als academischen Lehrer später zu berichten haben.

Es giebt aber einen doppelten Weg, sich durch schriftstellerische Thätigkeit Verdienste um die Wissenschaft und einen Ehrennamen in der gelehrten Welt zu erwerben; nur hängt es meistens nicht von dem Gelehrten selbst ab, den einen oder den andern

zu betreten. Manchen führt der inwohnende schöpferische Genius dahin, einzelne Zweige seiner Wissenschaft mit Vorliebe zu erfassen, neue Ansichten ihnen abzugewinnen, sie durch wichtige Entdeckungen zu bereichern, durch neue Aufschlüsse zu beleuchten, und so vielleicht eine Umgestaltung mit ihnen vorzunehmen, oder eine solche vorzubereiten, die für längere Zeit eine herrschende bleibt und als wesentliche Verbesserung der Wissenschaft zu betrachten ist. Andre dagegen zieht es, ihrer geistigen Richtung gemäß, mehr an, das Ganze der Wissenschaft ins Auge zu fassen, für die formelle Ansichtung derselben zu sorgen, das Vorhandene zu sammeln und lichtvoll zu ordnen, Verbreitung des Neuen zu befördern, aber auch dasselbe zu prüfen und zu sichten, damit nur Geläutertes zum stattlichen Baue der Wissenschaft verwandt werde. Dafs beide Wege sich Verdienst um die Wissenschaft zu erwerben, nothwendig und gleich achtbar sind, dafs Reformatoren ganzer Wissenschaften auf beiden Wegen sich finden können, ist unläugbar und die Namen Newton und Bacon von Verulam können allein schon das Gesagte erläutern. Vor allem kommt es aber darauf an, dafs der Gelehrte auf dem einen sowohl, als auf dem andern Wege seinen Beruf wahrhaft erkenne, und das unablässig verfolge, wozu ihn die Natur bestimmt hat. Der Mann, welcher als Ordner der Wissenschaft sich ein stilles, aber grosses Verdienst um Gestaltung, Ausbreitung und Förderung derselben erworben haben würde, wenn er seinen Beruf als solcher wahrhaft erkannt hätte, wird Verwirrung und Irrthum in die Wissenschaft bringen, wenn er, seiner Bestimmung zuwider, als Erfinder und Re-

formator auftreten will, er verliert den Ueberblick des Ganzen, ohne dies durch überwiegende Förderung des Einzelnen zu ersetzen, und eben so wird auf der andern Seite der, welcher Erfinder im Einzelnen seyn konnte, sich um dies Verdienst bringen, wenn er, statt einem einzelnen Zweige sich mit Vorliebe hinzugeben, Sammler, Ordner und Sprecher für das Ganze seyn will. Beispiele zum Beleg des Gesagten werden jedem, dem die Geschichte der Wissenschaften nicht fremd ist, in Menge beifallen, und er wird uns daher die Anführung derselben, die unangenehm berühren könnte, gern erlassen.

Wir mußten uns aber über diese Verhältnisse etwas ausführlicher verbreiten, weil gerade die Verständigung darüber uns den Schlüssel zu einer wahrhaften Beurtheilung Gilberts in die Hand giebt. Es muß nämlich als ein besonderes Lob des Verewigten ausgesprochen werden; daß er in allen seinen wissenschaftlichen Bestrebungen seinen wahren Beruf nie verkannte, und daß er sich durch keine Lockungen verleiten ließ, der einmal erkannten Bestimmung untreu zu werden, den vorgezeichneten Weg des Wirkens, so dornig und unfruchtbar er auch oft erscheinen mußte, zu verlassen. Gilbert erkannte klar, was er wollte und konnte, und diese auf lichtvollem Selbstbewußtseyn gegründete feste Selbstständigkeit im wissenschaftlichen Wirken, hat ihn in seiner verhältnißmäßig kurzen Lebenszeit zu einem Ziele geführt, das, so wenig es ihm auch selbst genügen mochte; doch auf eine dankbare Anerkennung von Seiten der überlebenden Zeitgenossen und der Späterkommenden Anspruch macht:

Ohne einen besondern Zweig der physikalischen und chemischen Wissenschaften mit Vorliebe zu bearbeiten, hatte er sich das Ganze derselben vollkommen angeeignet, und wenn dies früher vorzüglich als gewissenhafte Vorbereitung für das Lehrfach dieser Wissenschaft geschah, so wurde doch, als er im Jahr 1798 seine *Annalen der Physik* begann, in einem sehr frühen Lebensalter es ihm völlig klar, daß er seine wissenschaftliche Thätigkeit darein setzen müsse, ein Organ für die Gestaltung der Physik und Chemie zu seyn, und daß er diesem mühseligen Berufe alle anderweitige Lieblingsforschungen, alle Freiheit im literarischen Wirken, ja selbst die Freuden und Annehmlichkeiten des Lebens opfern müsse. Und dies hat er redlich bis an sein Ende gehalten. Nur der Sachkundige kann es beurtheilen, was es heißen wolle, in einer Zeitschrift die Riesenfortschritte der Physik und Chemie ausdauernd und auf eine solche Weise zu begleiten, wie es in den Gilbert'schen Annalen der Physik seit mehr als einem Vierteljahrhundert wirklich geschehen ist. Gilbert verschmähte es, seine Annalen zu einem dürftigen Notizenblatte für Neugierige und Vielwisser, oder zur partiischen Stimme Einer Schule oder Einer Nation zu machen; er erhob es zu einem überall gültigen Sprecher über die gesammte Physik und Chemie, und diesen Werth derselben hat, mehr selbst als Deutschland, das Ausland fortdauernd anerkannt. Es werden die Annalen aber auch für den künftigen Forscher in diesen Fächern die schätzbarste Fundgrube bleiben, ein Denkmal deutschen Geistes und deutschen Fleißes. Und wahrlich, nicht leicht wurde dieser Kranz errungen, denn nicht leicht machte sich Gilbert selbst seine Aufgabe: er

wußte, daß der Mensch nach dem Besten streben müsse, wenn er das Gute erreichen will. Kein ihm eingesandter Aufsatz wurde, ohne von ihm durchstudirt und verbessert worden zu seyn, aufgenommen, wenn es gleich nicht überall bemerkt ist. Seine eigenen Arbeiten darin sind die mühseligsten und doch zugleich schön und klar geschriebenen Abhandlungen über die neuesten, streitigsten und wichtigsten Gegenstände der Physik und Chemie, die er aus den wissenschaftlichen Zeitschriften, Sammlungen und Werken des Auslandes nicht übersetzte und übertrug, sondern wahrhaft auf deutschen Boden verpflanzte. Und dennoch gab er diese mühevollen Arbeiten, die er mit vollem Rechte sein Eigenthum hätte nennen können, nie anders als unter der Verfasser Namen, mit dem bescheidenen Zusatze: „frei bearbeitet von G.“ Nichts Wichtiges und wahrhaft Wissenschaftliches auf dem weiten Gebiete der Physik und Chemie entging ihm, weil er unablässig bemüht war, das ganze Gebiet dieser Wissenschaften in vollständigem Ueberblicke zu behalten; ein Bestreben, wozu Arbeiten, Kosten und Aufopferungen gehörten, von denen die minder strengen Notizenfammer und Journalisten, die sich ihm zur Seite stellen wollten, wohl kaum einen Begriff haben konnten. Er durfte mit vollem Rechte die gesammte Folge der unter seinem Namen erschienenen Annalen als sein rechtmäßiges, wenn gleich nicht unbestrittenes Eigenthum betrachten, und mit Recht konnte er wohl am Schlusse des fünf und zwanzigsten Jahrganges derselben in rührenden, ewig denkwürdigen Worten klagen, wie diese Riesenarbeit alle seine fernern Pläne verschlungen habe! Und dennoch be-

gann er mit freudiger Zuversicht einen neuen Zeitraum der ungeheuren Arbeit, nicht ahnend, wie bald er davon durch den Tod abgerufen werden würde. Aber die Arbeit selbst war gethan und ein ruhmvolles Denkmal hat er dadurch sich für immer gesetzt. Der Gang der chemischen und physikalischen Wissenschaften ist kräftig durch die Annalen gefördert, Liebe für ächte Wissenschaftlichkeit in diesen Zweigen ist genährt, der oberflächlichen und anmaßenden Aesthetik in diesen Fächern ist ein tüchtiger Damm entgegengesetzt worden und die Früchte wahrer und sorgfältiger Forschung finden sich dort, wie in einem sichern Archive, niedergelegt und für eine dankbare Nachwelt aufbewahrt.

Dafs ein Mann, welcher seit mehrern Jahren in academischen Vorträgen die gesammte Physik und Chemie abhandelte, und dessen Hauptbestreben es war, sich in fortwährendem Ueberblicke dieser Wissenschaften zu erhalten, den Wunsch fassen mußte, ein *Compendium* derselben auszuarbeiten, war wohl sehr natürlich. Und dennoch gelangte er nie dazu, dieses Vorhaben auszuführen. Im Jahre 1804 gab er den Verlegern des Schrader'schen Grundrisses der Experimental-Naturlehre (Hamburg 1797. 8.) in so weit nach, dafs er sich entschloß auf ihr Verlangen, eine zweite verbesserte Auflage dieses Buches zu besorgen, die auch (Hamburg 1804. 8.) wirklich erschien; allein ausdrücklich verwahrt er sich in der Vorrede: „dafs hiebei auf keine Weise von einem eigenen Compendium der Physik die Rede sey, auf das er sich aus mehreren Gründen noch nicht einlassen möge.“ Es blieb daher im Allgemeinen die Einrichtung des Originals,

und Gilbert bezeichnete seine Zusätze und Verbesserungen dabei durch Klammern. Ganz dasselbe geschah, als im Jahre 1812 die dritte Auflage dieses Grundrisses von ihm (Leipzig, bei Cnobloch) begonnen, aber nur bis zum achtzehnten Bogen vollendet wurde. Er machte so große Forderungen an ein Compendium der Physik und konnte so wenig selbst sich in dieser Arbeit genügen, daß er, auch bei einem viel längern Leben, wohl nie daran gekommen wäre, ein eignes Compendium zu schreiben. Immer wollte er bald diese, bald jene Entdeckung, Ansicht und Theorie erst mehr aufs Reine gebracht sehen, ehe er an eine so umfassende Arbeit ginge, und allerdings vermochte er auch bei der größten Sparsamkeit nicht so viel Zeit und Ruhe zu erübrigen, als dazu erforderlich gewesen seyn würde. Doch gab er selbst nie die Hoffnung dazu auf, wenn gleich seine nähern Freunde sie längst aufgegeben hatten.

Von Gilbert's anderweitiger literarischer Thätigkeit ist wenig zu sagen, eben weil die Redaction der *Annalen* und sein Lehramt seine ganze für Studien verwendbare Zeit in Anspruch nahm. Sein *Handbuch für Reisende durch Deutschland* (1791 — 1795) wurde von ihm geschrieben, um die Mittel zu seinen fernern Studien in Halle zu erwerben, da er hier, von allen Hülfsmitteln entblößt, auf sich allein gewiesen war. Er hatte diese Arbeit nur ungern übernommen, weil er glaubte, seinem bereits erlangten Rufe als Mathematiker durch ein rein geographisches Werk zu schaden, auch erwähnte er dieses Buches nie und schien keinen Werth darauf zu legen; indess bewährt sich auch hier sein Streben nach Genauigkeit und Voll-

ständigkeit wie sein Sammlerfleiß. Seine Inaugural-dissertation (1794 und 1795) deren Hauptgrundsatz er aber späterhin wieder zurücknahm, und seine *Darstellung der Geometrie* (1798) bezeugten sein früher nur auf reine Mathematik gerichtetes Streben, welches als sichere Grundlage ihm zu seinen spätern genauen Arbeiten so heilsam war. Seine Antrittsschrift in Leipzig (1811) behandelt die wichtige Lehre von den constanten Verhältnissen der chemischen Verbindungen und wurde später von ihm in deutscher Sprache in den *Annalen der Physik* überarbeitet; merkwürdig sind im lateinischen Originale die angehängten Streitsätze über verschiedene physikalisch-chemische Gegenstände. Seine letzte selbstständige Arbeit war die Anweisung, bei bössartigen Fieberepidemien sich gegen Ansteckung zu schützen (1813), sie hat bei dem damals besonders in Leipzig allgemeinen Drangsale der Kriegspest wesentlich genutzt und zur Verbreitung der so wohlthätigen Guyton-Morveau'schen Räucherungen, so wie zur Abstellung des dabei möglichen Mißbrauches das Ihrige beigetragen. So war denn die erste und letzte von Gilbert's Arbeiten practischer Art; alle übrigen gehörten der reinen Wissenschaft selbst an.

Als academischer Lehrer befolgte Gilbert dieselben Grundsätze, wie bei der Redaction der *Annalen*. Auch hier dieselbe Sorgfalt, dieselbe Umsicht, dasselbe Bestreben, die Wissenschaft ganz zu geben und keinen einzelnen Zweig derselben auf Kosten der übrigen vorzugsweise zu begünstigen. Aus einer zahllosen Menge von Excerpten suchte er in einer sorgfältigen Vorbereitung auf jede Stunde seinen Schülern das Be-

währte und Wichtige zusammenzustellen, und wußte durch einen völlig freien und klaren Vortrag die todte Masse zu ordnen und zu beleben. In den dafür empfänglichen Lehren gab er die nöthigen einfachen mathematischen Formeln an und wußte diese für die mathematisch Uumündigen (leider immer die größere Zahl!) allgemein verständlich zu entwickeln. Die nöthigen Experimente suchte er in den physikalischen sowohl als in den chemischen Vorlesungen, unterstützt durch den eignen und den reichen academischen Apparat zu Leipzig, vollständig zu geben; doch war die experimentelle Seite seiner Vorlesungen keineswegs die gelungnere; Mangel an mechanischer Fertigkeit, Furchtsamkeit bei explodirenden Versuchen, Unterlassen der genauen Vorbereitung und der Vorversuche, das Arbeiten mit neuen, oft ungeprüften Instrumenten, hatten ein öfteres Mißglücken der Versuche zur Folge, das ihm oft Tadel zuzog, besonders bei der, allerdings zahlreichen, Klasse von academischen Zuhörern, welcher ein elektrisches Spielwerk mehr gilt, als die gelungenste Demonstration. Dafür aber entschädigte sein schöner, freier, immer fest am Faden haltender, nie verlegener oder wiederholender Vortrag, der auch die schwierigsten Gegenstände klar und allgemein verständlich zu entwickeln wußte. Dabei las er pünktlich und unausgesetzt und schickte jedem neuen Cursus eine geschichtliche Einleitung voran. In Leipzig las er täglich Eine Stunde Physik und Eine Stunde Chemie in ganzjährigem Vortrage, oft auch noch Privatcollegia über Optik, Mechanik, chemische Combination u. dgl. So geschah es, daß Gilbert bei dem bessern Theile seiner Zuhörer sich hohe

Achtung und Liebe erwarb, weil das Streben, redlich durch seine Vorträge zu nützen, und die Sitte, sie als Hauptsache, nicht als lästige Dienstpflicht zu behandeln, jedem sichtbar einleuchtete. Dazu kam die Uneigennützigkeit, mit welcher er dem wirklich Bedürftigern gern das für so kostspielige und zeitraubende Vorlesungen billige Honorar erlief.

So Vieles durch Wort und Schrift leistete Gilbert wirklich, wenn er gleich mehr zu leisten, den ernstlichen Willen hatte; wie es ihm möglich war, das Gethane wirklich zu vollbringen, wird uns deutlich, wenn wir ihm in sein Privatleben folgen und zuletzt seine wissenschaftliche Denkungsweise überhaupt zu zeigen versuchen.

Bei einem schwächlichen, im Wuche verunstalteten Körperbau und einer früher von Nahrungsorgen getrübbten Existenz, hatte Gilbert wenig Gelegenheit zu rauschenden Vergnügungen gehabt und sich mehr an Zurückgezogenheit und einsame Thätigkeit am Studirtische gewöhnt. Diese Lebensweise führte er auch in Leipzig fort, und hier waren vorzüglich die Professoren Krug, Keil, Gehler, Mollweide, Heinroth, Clodius, der Finanzrath Campe, Hofrath Rochlitz, Kammerrath Anger, der Buchhändler Barth, D. Hillig, der Kaufmann Reichenbach, der Baron v. Uckermann auf Wessenstein u. A. seine gewöhnlichen Gesellschafter. Gilbert war unverheirathet, aber gern in Gesellschaft gebildeter und geistreicher Frauen. In seinem Aeußern im hohen Grade reinlich, immer anständig und geschmackvollgekleidet, und sehr geeignet, eine gebildete gemischte Gesellschaft fein zu unterhalten, war er

häufig in die bessern Cirkel gezogen und galt für einen angenehmen, von aller Pedanterei entfernten Gesellschafter, der oft durch geistreiche Durchführung paradoxer Meinung und durch Bildung einer Opposition gegen die Mehrzahl auch hier seine Ueberlegenheit geltend zu machen wußte. Und so konnte auch Professor G. Hermann in seiner Rede im academischen Cirkel von ihm sagen: „Gutmüthig übrigens und hingebend, ohne Falschheit und mit Niemand es böse meinend, war er ein heiterer und fröhlicher Gesellschafter, der so manchen freundschaftlichen Kreis durch Scherz und Aufforderung zum Scherz erfreute. Aber diese Scherze sind verstummt, diese Fröhlichkeit ist entflohen, diese Heiterkeit ist verschwunden, wie ein flüchtiger Sonnenblick durch den schnellen Zug der Wolken erlischt, und unerwartet deckt unsern Freund das Grab.“ Als Unterhaltung zog ihn vor allem das Schachspiel an, das er gut, wenn gleich nicht meisterhaft spielte; nächstdem musikalische Unterhaltung und Schauspiel. Auch die Erzeugnisse der bildenden Kunst hatten Reiz für ihn, wenn er gleich diese Kunst selbst eben so wenig auszuüben versuchte, als die Tonkunst. Aber er hatte nach und nach eine reiche aus mehr als 7000 Blättern bestehende Sammlung von werthvollen Kupferstichen, besonders aus der neuern Periode von Edelinck bis Garavaglia u. s. w. zusammengebracht, der er manche im Stillen verbrachte genussvolle Stunde verdankte. Bei dem Ankauf folgte er mehr dem eigenen Urtheile, als dem der Schule; er kaufte eigentlich, was ihm gefiel, ohne sich gerade an strenge Kritik zu binden, wenn nur der Gegenstand, die Lieblichkeit der Formen und eine

der neuern Schule gewissermaßen eigene glänzende Aufsenseite ihn genugsam ansprach. Uebrigens war diese Liebhaberei an den Erzeugnissen der Kupferstecherkunst wohl zunächst durch das Zusammenleben mit Kolbe auf dem Philanthropin zu Dessau veranlaßt, und sein dieser biographischen Skizze beigegebenes Brustbild Gilberts, nach einer wohlgetroffenen Krüdezeichnung von Krüger in Berlin, verdanken wir dem wackern Professor Bolt dafelbst.

Gilberts Sammlung von Mineralien, die bald nach seinem Ableben aus den Händen seiner Erben in die seines Freundes des Finanzraths Campe überging, enthält ausgezeichnete, zum Theil einzige Stücke, doch kaufte Gilbert in den letztern Jahren zu wenig planmäßig dafür an, und konnte auch zu wenig Zeit auf das Ordnen verwenden, als dafs sie ein wirkliches Ganze ausmachen könnte. Seine Instrumentensammlung ist nicht sehr bedeutend (nach dem gedruckten Katalog 357 Nummern), doch enthält sie einzelne wichtige Stücke, namentlich im elektrischen und pneumatischen Apparate. Das meiste kaufte Gilbert im Auftrag der Universität Leipzig für den academischen Apparat. Die Bücherammlung, reich an geographischen, mathematischen, physikalischen und chemischen Werken, enthält nach dem Auctionscatalog (Leipzig, 15. November 1824) 3056 Nummern, wozu aber noch eine sehr reiche Sammlung von Landkarten, Plänen, Prospecten und astronomischen Tafeln kommt, die in demselben Katalog unter verhältnismäßig wenig Nummern verzeichnet ist.

Bedeutendere Reisen hat Gilbert nur zwei unternommen, eine frühere mit dem damaligen Westphäl-

hischen Bergdirector Heron de Villéfosse, durch Westphalen an den Rhein, und eine spätere nach Paris und Lyon durch die Schweiz. Von dem auf diesen Reisen Erlernten und Erfahrenen findet sich Vieles in den Annalen der Physik. Außerdem pflegte er jährlich einmal seine am 18. December 1824 in Potsdam ihm im Tode nachgefolgte ehrwürdige Mutter, an der er mit inniger Liebe hing, zu besuchen.

Nach allen diesen Angaben erscheint uns Gilbert's Leben als ein stilles, wenig bewegtes, reich an Thätigkeit und nicht ohne Genuß, denn er fand diesen in Arbeit und Geselligkeit. Bei einer einfachen, regelmäßigen Lebensart, war er fast nie krank, und durch eine weise Zeiteintheilung machte er es möglich, geräuschlos viel zu thun. Nur die frühen Morgenstunden, oft auch die spätern Abendstunden waren für die Bearbeitung der Annalen vorzugsweise bestimmt, der Vormittag gehörte ganz dem Lehrfache, der Nachmittag den Studien, der Abend meistens der Geselligkeit. In der Unterhaltung über Gegenstände seines Faches war er beredt, eifrig, oft hartnäckig in Bestreitung entgegengesetzter Meinungen und schwer zu bekehren, nie aber bitter, schmähend oder hinterlistig, immer auch das fremde Verdienst hoch anerkennend, gerechter bisweilen gegen das Ausland, als gegen die deutschen Gelehrten, die freilich auch gegen ihn nicht gerade zum gerechtesten zu verfahren pflegten. Nichts erbitterte ihn mehr, als das ungründliche, oberflächliche Behandeln der Wissenschaften, das bodenlose Hypothesiren, die mystische Ansicht und die in die Wissenschaft übergetretene Poesie. So wenig er der Letztern im Leben abhold war, so feindlich stellte er

sich derselben gegenüber, wenn sie, ihr Gebiet überschreitend, die Träume der Phantasie in die Wissenschaft übertragen wollte. Und wer konnte ihm dies verargen? welcher ächte Verehrer der vorzugsweise sogenannten exacten Wissenschaften muß ihm hier nicht mit voller Seele beistimmen? Dieses Vermengen von Dichtung und Wahrheit, von Poesie und Wissenschaft, dieses Spielen mit gehaltlosen, halbweisen Analogien, dieses Errathen und Andeuten statt des Wissens und Erkennens, hat uns Deutschen im Auslande den guten Namen verderben, uns von der gründlichen Wissenschaft abgeführt und uns dahin gebracht, daß wir alles zu wissen glauben, während wir im wirklichen Wissen zurückgekommen sind. Diesem verderblichen Treiben in der deutschen Wissenschaftlichkeit stellte sich Gilbert mit aller Ueberlegenheit entgegen, welche ihm seine gründliche mathematische Bildung, sein umfassendes ernstes Studium der Physik und Chemie, und die Gewandtheit seines Geistes darboten, und dies war es, was ihm die Herren von der poetischen Schule nie vergeben konnten. Unfähig ihm mit gleichen Waffen zu begegnen, und zu bequem eine ähnliche Ueberlegenheit sich zu eigen zu machen, griffen sie zu Schmähungen und Persönlichkeiten, auf welche aber Gilbert nie einging, sondern in solchen Fällen, wo keine Ehre mehr zu holen war, sie ruhig gewähren ließ. Daß bei allem diesen ihn doch sein Eifer für Gründlichkeit und für mathematische Bearbeitung der Physik und Chemie bisweilen zu weit führte, daß er seine atomistische Ansicht von der Körperwelt bisweilen zu sehr geltend machte, und daß seine Begriffe von dem Leben der

organischen Körper zu wenig geläutert waren, um in diesen, ihm übrigens fremden Forschungen glücklich zu seyn, wird niemand läugnen; auch er theilte hier das allgemeine Loos der Sterblichen, zu irren. Eines Umstandes dürfen wir hier zum Schlusse dieser biographischen Skizze zu erwähnen nicht vergessen, die Sorgfalt nämlich, die er auf einen reinen, schönen und angemessenen Ausdruck in der deutschen Sprache verwandte, der daher auch allen seinen Schriften im hohen Grade eigen ist, und sehr zu seinem Vortheil unterschied sich Gilbert auch hier von seinen schmähfüchtigen Gegnern, die jede hingeworfene undeutsche Sudelei für druckenswerth hielten, ja es wohl für das Kennzeichen des großen Geistes ausgaben, die Muttersprache zu vernachlässigen. Während sie ihn schonungslos der parteiischen Vorliebe für das Ausland bezüchtigten, beschämte er sie durch das sorgfältigste Bemühen für die Reinheit des deutschen Ausdruckes in seinen sämtlichen Arbeiten. Uebrigens war er der französischen, englischen, holländischen und italienischen Sprache wenigstens so weit kundig, daß ihm jedes in diesen Sprachen geschriebene Werk vollkommen verständlich war; für das Studium und die Uebung der alten Sprachen gab ihm sein Wirkungskreis weniger Veranlassung.

Und so können wir diese schwache Schilderung eines ausgezeichneten, vielwirkenden und vielverkannten Mannes in vollem Rechte mit den Worten schließen, die Herder (Ideen zur Philos. der Gesch. der Menschh. IV. Th. 19. Buch, Cap. V.) von dem ebenfalls unermüdet thätigen und wenig belohnten Reiske

brauchte: „— sanft ruhe seine Asche! in langer Zeit aber kommt uns seine verſchmähete Gelehrſamkeit gewiß nicht wieder!“ — Der Gedächtniſtſtafel an ſeinem Grabe aber gab ſein Freund Hermann die Inſchrift;

*Naturae leges doctis ubicunque relectas
Cognosce impiger et tradere notitiae.*

Vollständiges Schriftenverzeichniß.

I. Eigene Arbeiten.

- 1) Ludwig Wilhelm Gilbert, Handbuch für Reisende durch Deutschland, enthaltend: 1) Regeln für Reisende, 2) einen topographisch - statistischen Abriss von Deutschland, 3) eine ausführliche Darstellung des deutschen Münzwesens, 4) eine Darstellung des deutschen Postwesens, 5) vollständige tabellarische Post- und Reiserouten von jeder grössern Stadt Deutschlands zu allen übrigen. Erster Theil, welcher das erste Kapitel und als Anfang des zweiten die Oesterreichischen und Preussischen Besitzungen in Deutschland enthält; nebst einer Postkarte von Deutschland. Leipzig, bei Schwickert, 1791. gr. 8. — Zweiter Theil, welcher als Fortsetzung des zweiten Kapitels die Pfälzbairischen und Kurfürstlichen Staaten enthält. Leipzig, 1792. 8. — Dritter Theil, welcher als Fortsetzung des zweiten Kapitels die Lausitz, die Kurhannoverschen Staaten und eine umständliche Topographie des ganzen Harzes enthält. Leipzig, 1795. 8.

(Dieses Werk sollte mit dem fünften Bande geschlossen werden, es sind aber nur die erwähnten drei Bände erschienen, welche 6 Rthlr. 16 gr. kosten. Der erste Band hat XVI und 660, der zweite 910, der dritte 856 Seiten.)

- 2) — — de natura, constitutione et historia matheos primae vel universalis seu metaphysices mathematicae commentatio I et II, Halae, 1795. 8.

(Diese Schrift war Gilbert's Inauguraldissertation und erschien als solche schon 1794. Preis 8 gr.)

- 3) — — die Geometrie nach Legendre, Simpson, van Swinden, Gregor a St. Vincentio und den Alten dargestellt. Erster Theil. Halle, bei Renger, 1798. gr. 8. Mit Kupf.

(Ausser diesem ersten Theile ist nichts weiter erschienen. Preis 1 Rthlr. 12 gr.)

- 4) Ludwig Wilhelm Gilbert, kritische Aufsätze über die in München wieder erneuerten Versuche mit Schwefelkiespendeln und Wünschelruthen. Halle, 1808. 8. Mit 1 Kupf.

(Bekanntlich gehörte Gilbert zu den Gegnern des Glaubens an Rhabdomantie und ähnlichen, bis jetzt noch ganz unerwiesenen Tand.)

- 5) — — Differtatio historico-critica de missionum chemicarum simplicibus et perpetuis rationibus earumque legibus nuper detectis, Sectio I. et II. Lipsiae, in bibliopolio Schwickertiano, 1811. 4.

(Beide Schriften, zusammen 40 Seiten in 4., erschienen am 24. und 25. September bei dem Antritte seines dortigen Lehramtes; es werden darin zuvörderst die Verdienste Bergmann's, Lavoisier's, Berthollet's, Proust's und Richter's um die stöchiometrische Chemie gewürdigt, endlich die von Berzelius hierüber gelieferten Arbeiten erläntert und geprüft; das Ganze erschien ungearbeitet und in deutscher Sprache in den Annalen der Physik, Bd. 39. Stück 4.)

- 6) — — für jeden verständliche Anweisung, wie man es anzufangen habe, um bei bössartigen Fieber-Epidemien aller Art sich gegen Aufsteckung zu schützen; und der Verbreitung derselben durch mineralisaure Räucherungen Einhalt zu thun; belegt durch eine Sammlung von Erfahrungen im Großen. Leipzig, bei Baumgärtner (1813). gr. 8.

(Populäre Zusammenstellung der besten Erfahrungen über die Wirkbarkeit der mineralisauren Dämpfe oder der Gayton-Morveau'schen Räucherungen. VIII und 112 Seiten, Preis 12 gr.)

II. Fremde von Gilbert herausgegebene Arbeiten.

- 1) Johann Gottlieb Friedrich Schrader's, Grundriss der Experimentalnaturlehre nach den neuesten Entdeckungen, zum Leitfaden akademischer Vorlesungen und zum Gebrauch für Schulen. Zweite Auflage, verbessert, ergänzt und großen Theils umgearbeitet von L. W. Gilbert. Mit eingedruckten Holzschnitten. Hamburg, b. Bachmann und Gundermann, 1804.

gr. 8. — Dritte Auflage. Leipzig, b. Cnobloch, 1812.
gr. 8. unvollendet.

(Diese Compendien besorgte Gilbert, um dem Verfassen eines eigenen Compendiums auszuweichen, das er erst später herausgeben wollte; das Meiste in denselben ist von seiner Hand gearbeitet. Zweite Aufl. VIII und 508 Seiten. 1 Rthlr. Dritte Aufl. S. 1—288.)

- 2) Heron de Villefosse, Nivellement des Harzgebirges mit dem Barometer. Aus den Papieren des Verfassers gezogen und herausgegeben von (L. W.) Gilbert. Mit einem Profil des Harzes. Halle, bei Renger, 1808. 8.

(Preis 10 gr.)

- 3) Annalen der Physik. 1. Band. Halle, b. Renger, 1798. gr. 8. Vom elften Jahrgange (1809) an bei Joh. Ambr. Barth in Leipzig, unter dem Titel: Annalen der Physik. Neue Folge; seit 1819 in denselben Verlage: Annalen der Physik und der physikalischen Chemie.

(Erschien als Fortsetzung von F. A. C. Gren's Annalen der Physik, seit 1798 ununterbrochen. Monatlich ein Stück, jährlich drei Bände. Sehr viele der wichtigeren Aufsätze daraus sind auch besonders abgedruckt.)

Außerdem besorgte noch Gilbert die Vorrede zur ersten Ausgabe von Wolf's Anfangsgründen der mathematischen Wissenschaften (Halle, b. Renger 1800 8.), ferner mehrere Aufsätze in (Rüdiger's) Hallischem Wochenblatte für Neu- und Wissbegierige, in K. Sprengel's Gartenzeitung, und Recensionen in mehreren kritischen Blättern. Auch wird er als Mitarbeiter am Conversationslexicon genannt. (Zu den frühesten Arbeiten des Verewigten gehört auch noch ein Aufsatz vom Jahre 1794, im Bergmännischen Journal von Köhler und Hoffmann. Th. I. p. 237, welcher eine Berichtigung über die bei einem Göpel vorkommenden Rechnungen zum Gegenstande hat. P.)

METEOROLOG

FÜR DEN MONAT AUG

TAG	BAROMETER bei + 10° R.					THERMOMETER R. frei			WETTER HT. Stl Tage.
	8 MORG. p. Lin.	12 MITT. p. Lin.	5 NACHT. p. Lin.	6 ABEND. p. Lin.	10 NACHT. p. Lin.	8 UHR	12 UHR	5 UHR	
1	336, 05	36, 53	36, 51	36, 59	36, 75	+14,0	+16,9	+17,3	+17
2	36 30	36 49	36 51	36 51	36 25	15 9	19 8	18 1	17
3	35 47	35 18	34 96	34 28	34 18	16 9	18 9	19 3	15
4	35 16	34 49	34 36	34 80	33 78	18 0	23 3	23 5	15
5	35 9	35 40	35 15	34 75	34 97	16 0	20 0	20 1	6
6	35 24	35 07	35 50	35 13	35 63	14 5	16 7	18 6	1
7	34 42	34 82	34 80	34 64	34 85	13 7	15 0	15 3	1
8	34 96	34 14	34 99	34 83	34 96	13 4	15 6	18 5	1
9	35 77	34 04	35 47	34 17	34 59	13 0	15 6	16 5	1
10	35 70	35 84	35 91	36 22	36 29	11 1	13 2	10 7	1
11	35 89	35 68	35 55	35 51	35 68	12 4	13 8	16 7	1
12	36 03	35 87	35 71	35 56	35 26	16 0	18 6	18 4	1
13	36 26	35 17	34 42	35 79	35 35	16 7	20 3	21 0	1
14	36 51	31 96	32 20	32 38	32 61	17 9	22 7	22 8	1
15	34 11	34 13	34 11	34 00	34 40	18 0	16 0	15 3	1
16	35 91	35 15	34 76	34 10	34 17	18 5	18 0	19 0	1
17	35 64	35 92	34 24	34 68	35 15	14 0	16 8	17 0	1
18	35 98	36 11	36 05	35 98	36 47	13 9	17 4	18 4	1
19	36 89	36 20	36 11	35 65	35 36	18 0	19 2	21 0	1
20	34 84	34 08	35 78	35 09	35 31	15 4	21 3	22 4	1
21	35 58	35 75	35 70	35 63	35 90	11 9	15 1	16 8	1
22	35 74	35 74	36 86	35 54	36 44	11 8	15 0	15 4	1
23	35 21	34 78	34 81	34 89	34 93	18 5	16 3	16 3	1
24	35 42	35 53	35 60	35 87	36 10	18 8	20 0	21 4	1
25	36 35	35 86	35 59	35 02	35 16	16 4	22 3	23 3	1
26	35 16	35 00	34 98	34 64	35 10	18 3	23 8	26 2	1
27	35 21	35 25	35 03	35 07	35 48	17 7	25 2	25 0	1
28	36 20	36 78	36 68	36 48	36 83	16 8	18 7	19 3	1
29	36 95	36 31	36 18	35 60	35 62	14 8	18 5	19 6	1
30	35 33	35 13	34 99	34 89	34 84	16 8	21 3	21 9	1
31	34 23	35 60	35 25	36 34	36 87	+16 0	+13 8	+15 1	+
Med.	355,025	35,915	35,814	34,680	34,913	+16,73	+18,26	+19,86	+15,8

Tägliche Veränderung

ro,

Zeit	des Barometers		des Thermometers		des Hygrom.
8	m + 0,115	Follen Tage = 0,115, 348	m - 0,14	Zunahme m - 0,60	m + 0,65
12	m - 0, 099		m - 0, 55		m + 0 31
16	m - 0, 232		m - 0, 25		m + 0 31
20	m + 0, 002	Steigen Abda = 0,115, 335	m - 0, 55	Abnahme m - 0, 25	m + 0 31
24	m - 0, 002		m - 0, 55		m + 0 31
28	m - 0, 002		m - 0, 55		m + 0 31

Erklärung der Abkürzungen in der Witterungs-Spalte, windig oder Wind, sturm-stürmisch, Höhrch, Höhrsch, Sch. Schnee.

Vom 1 bis 6 August. Am 1. wolk. Decke, die Vormittags wird Nachmittags wieder gleichf.; Spt-Abds aber heiter, und aus Cirrus auf heit. Grunde, bildet sich Vormittags gleiche Cum. sehen; Nachmittags löset sie sich auf und Spt-Abds heit. Am 3. früh hel. Horiz., oben Cirr. Str. Gruppen auf heit bed. und um 2 etwas Sprühreg.; Abds bricht sich die Decke heiter. Am 4. Morg. heiter; Mittags in W Cum., in gehen höher, trennen sich und Abds wie spätr hed. sie im Mond in seiner Erdnähe. Am 5. gleiche Decke ist Tags ü und unten sieben viel Cum.; Spt-Abds ist sie wieder he zeigen sich einz. schwache Blitze. Am 6. Morg. oben heit Cirr. Str.; Tags ebenso, nur stehen auch oben Cirr. Str.; bel. und Spt-Abds gleiche Decke. 3 U. 46' hatte der F eine, hier unsichtbare Sonnen-Finsterniß, begleitet.

Vom 7 his 13. Am 7. bis Nachmittags viel Cirr. Str. und unter alle Wolkenbildung aus O zuerst und Spt-Abds ist es heit die früh meist bed., sind Mittags in gleiche Decke verbun mittags gleich und von Abds fällt Reg. Am 9. Nachts no löset Vormittags in Cirr. Str. sich auf, diese senken sich N und von Abds ab ist es heiter. Am 10. Vormittags gleiche nach 3 Reg.; danu bricht sich die Decke unterhalb und dort, während sie oben wolkig ist, einz. Sterne. Am 11. vor 12 u. von 5 his 6, etws Reg.; von Abds ah sein Reg. Nachts etws Reg.; his nach Mittg gleiche Decke; Abds wi spätr nur noch in N und SO unten ein Damm. Am 13. Grunde einz. Cirr. Str. und früh stark Höheranch, nach Abds zeigt sich hie und da Cirrus-Schleier und später Um 3 U. 12' Abds das erste Mond-Viertel.

Vom 14 his 21. Am 14. über dünne Decke ziehen früh C etws offen; Nachmittags wolk. Decke und in W Cum.; Abd unten nur wenig. Am 15. früh und Spt-Abds heiter, T Cirr. Str. über offenen Grund. Am 16. wie gestern, nur A der Wolkenbildung und Spt-Abds herrscht gleiche Deck rings kl. Cum., oben sehr heiter; Nachmittags einz. Cirr.

METEOROLOG

FÜR DEN MONAT JUNI

TAG	BAROMETER bei + 10° R.					THERMOMETER R. frei i.			
	5 MORO. p. Lin.	12 MIT. p. Lin.	5 NHTS. p. Lin.	8 ABD. p. Lin.	10 NTS. p. Lin.	5 UHR	12 UHR	8 UHR	6 t.
1	555,78	55,43	55,46	55,60	54,67	+12,03	+12,8	+14,7	+4
2	55,86	55,66	55,46	55,59	55,54	11 6	12 5	17 9	4
3	55,17	54,63	54,40	54,86	54,51	11 8	12 2	14 8	4
4	54,60	54,84	54,86	54,73	54,98	9 9	12 8	12 9	4
5	55,14	55,15	55,15	54,96	54,46	12 6	13 3	14 6	1
6	54,01	55,41	55,25	54,83	54,69	12 9	14 7	15 5	1
7	54,20	54,44	54,62	54,50	54,72	12 9	16 3	18 7	1
8	54,49	54,81	54,87	54,53	54,67	12 7	15 1	17 0	1
9	55,04	55,40	55,41	54,27	55,01	12 7	15 5	15 1	1
10	55,69	55,07	56,02	56,12	56,52	9 9	12 6	13 1	1
11	55,62	55,13	54,73	55,81	55,81	15 6	17 6	18 6	1
12	54,72	55,31	55,71	55,63	54,58	15 3	17 7	18 3	1
13	55,61	54,84	54,61	54,36	54,22	16 3	19 7	15 3	1
14	55,52	55,05	52,27	53,12	53,20	19 6	21 3	13 4	1
15	55,85	55,77	55,72	55,54	55,17	12 3	11 2	13 7	1
16	52,58	52,47	52,20	52,29	52,09	15 0	17 4	16 3	1
17	51,81	51,58	51,86	51,63	51,66	7 3	10 1	12 6	1
18	52,25	55,65	54,06	54,21	52,06	10 2	12 4	13 3	1
19	54,30	54,10	54,17	54,34	54,7	12 7	14 1	16 1	1
20	53,47	51,24	54,26	55,01	55,41	13 6	17 3	19 5	1
21	52,73	53,17	54,63	55,03	55,47	17 3	19 7	21 3	1
22	52,42	52,13	52,48	52,53	52,54	17 0	20 0	17 3	1
23	54,72	54,39	52,09	55,40	52,72	11 3	16 3	16 6	1
24	50,55	50,82	50,79	50,68	52,21	18 6	13 0	14 7	1
25	52,46	52,67	52,69	52,20	53,19	12 3	14 3	14 7	1
26	52,91	52,64	52,67	52,56	52,59	13 7	15 3	15 6	1
27	52,53	52,21	52,11	52,24	53,40	13 9	15 1	16 1	1
28	54,53	54,32	54,70	54,73	55,22	13 6	17 0	15 6	1
29	55,71	55,20	55,08	54,44	54,51	15 0	18 0	18 7	1
30	54,0	55,40	55,21	52,84	52,86	16 1	20 3	21 3	1
31	55,05	55,05	55,19	55,65	54,82	+18 9	+19 6	+19 1	+
Med	555,608	55,703	55,646	55,549	55,741	+13,49	+13,64	+16,46	+

Tägliche Veränderung			
Zeit	des Barometers	des Thermometers	des Hygrom
8	m + 0,001, 105	m - 2,97	m + 8,91
12	m - 0,057	m - 0,22	m + 4,03
5	m - 0,054	m - 0,61	m + 5,03
10	m + 0,038	m - 3,53	m + 8,762

Erklärung der Abkürzungen in der Witterungs-Spalte:
 dig=oder Wind, stwm.=stürmisch, Hchrbz. Hörsuch, Sch. Schnee

- Am 1 Juli.** Gleiche graue Decke theilt sich nur nach M. Regensch. oben etws; von 5 ab Reg. bis in die Nacht, hat das letzte Mond-Viertel Statt.
- Vom 2 bis 8.** Am 2. heiter, nur früh einige Cirrus in Horiz. kl. Cum.; heute siehet die Sonne in ihrer Erd heiter, nur früh einige Cirr. Str. Streifen von O nach Str. Schleier, und dieser modifiz. sich Nachmittags.
- Am 4.** früh bed. Cirr. Str. meist, Tags herrscht gleiche diese gegen Abend sich auf und Spt-Abds ist es heiter sonst stets dichte Decke im Zenith getheilt. Am 6 u. sich Abds von 7 und löset sich später in Cirr. Str. von 7 nach Mittg, Sprüb-Reg. Letzteren Tags siehet Nähe. Am 8. Morg. wechseln Cirr. Str. und heitre oben heiter, sonst hohe Cum.; Nachmittags heiter, so an Cirr. Str. ziehend und SO bed. Der Neu-Mond, der brachte eine, hier unsichtbare, Sonnen-Finsterniß.
- Vom 9 bis 15.** Am 9. heiterer Himmel bed. sich Vormit erst am 10. Spt-Abds hellt es sich schnell wieder auf, stehen einz. kl. Cirr. Str. auf sonst sehr heit. Himmel, bei der auf. Am 12. gleiche Decke früh ist Mittgs ganz u. geu sich kl. Cirri, die Abds unten ganz, oben häufig decken; Spt-Abds heiter. Am 13. heiter, nur Abds in fen. Am 14. früh heiter, rings bel. Horiz.; diese Vormittags in Cirr. Str., Mittgs herrscht wolk. Decke Gegen 1 U. dort Donner, heftig Reg. und stark Hagel nach soo sich verziet. Um 2 bei heftigem Sturm A in Cirr. Str., bald gehen diese wieder zusammen u. Spt-Abds, nach schneller Auflösung, heiter. Am 15. Vormittags, der Mittgs heftig ist, modifiz. sich Nachmittags Abds ist es heiter. Morg., 2 U. 13', das erste Mond-
- Vom 16 bis 23.** Am 16. gleichf. Decke. Am 17. gleich unterbrochen; von Abds ab, Aufl. in Cirr. Str. Am 19 U., theilt sich gleiche Decke in Cirr. Str., die Tags Abds viel Cirr. Cum. und später wieder gleichf. Bed. wird erst am 20. Spät-Abds in W licht. Am 19.

BEMERKUNGEN

Howard's System der Woll

Mittags unterhalb Cum.
später gleiche Decke.
Cirr. Str., Tags rings
ein heftiges Gew. dem
stärke Blitze am obo
U. 16' trat das letzte

ben heiter, unten rings
in 4. wolk. Decke früh,
ch ono, und hier fällt
O Cirr. Cum. und spätr
8 Abds. Am 6. Nach-
und unten fichen Cum.,
er. Am 7. Morg. zeigt
n., Mittags große Cirr.
bäter heiter bis auf bel.
viel, oben einz. Cum.
Mittags in rundl. gefond.
in W diese, in O Cum.
und im neuen Lichte.
tr. und Cum. auf heit.
U. Gew. aus SW nach
6, dann gleiche Decke
iner Erdnähe. Am 11.
Mittags ist sie in Cirr. Str.
gen 4 zieht es nach NW
rm. Abds Aufheit. und
hü oben einige kl. Cirr.
heiter. Am 14. Vor-
Mags Schleier überall und
15. wolk. Decke wird
O fichen Cum., spätr

wieder gleiche Decke.
Viertel.

Vom 16 bis 25. Vom
Nehmittags in S ein w
vom 17—18. bis 22
Reg. Am 22. um 8
die Sommer-Sonnen
öffnet, Nchmittags the
mel; später heitr. H
siehet heute der Mon
Vom 24 bis 30. Am 24
Gew. format., sonst i
Morg. geg. 10, Nchm
Mittags oben viel Cirr-
heit. Grde, rings kl. C
bel. Am 26. Morg. w
ab heitr und nur der
wolk. und hat oben c
Abds gleiche Decke,
bed., sonst aber heit
häufig doch getrennt
diese öffnet sich Nch
Str. und später ist es
Spt-Abds viel Cirr. S
bis auf einige Cirr. S

Charakteristik des Mor
Nächte, wechselnd in
gen, merkwürdig 4
Winde weheten, nac

Zel

Ex

: CL

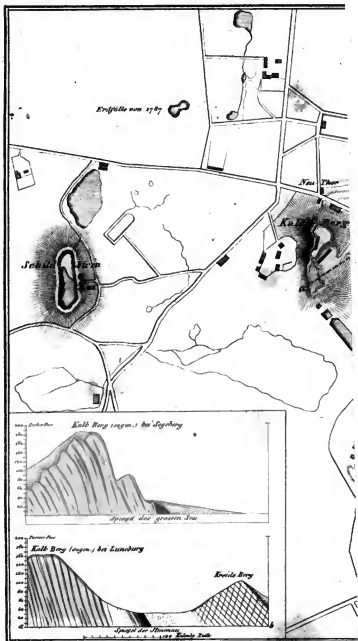
storer

An Um 4 U. 16' heute Abd., zeigt sich der Mond im ersten

16 bis 22. herrscht gleiche Decke, die nur letztern Tage wenig bricht. Am 16. Abds ein Regsch. und von der Nacht [N]achmittags fast ununterbrochen, mehr und minder scharf, J. 3' Morg. tritt die Sonne in den Krebs und es hat somit yende Statt. Am 23. wolk. Bed. ist Mittags oben etws geht sie sich in Cirr. Str. und verläßt von SO aus den Himmelte, u U. 56' nach Mittag, hat der Vollmond Statt, auch J in seiner Erdferne.

bis Spt-Abds bed., Abds stehet im W Nimb. und drüber l der Horiz. frei und oben gleichf. bed.; Spt-Abds heiter. itags 2 und Abds 7, Regsch. Am 25. früh gleiche Decke, Str., unten Cum., Nachmittags kl. Cirr. Str., überall auf Cum. und Spt-Abds heitr, nur der W u. NW Horiz. hoch wolk. Bed., Tags oben Cirr. Str., unten Cum., von Abds V Horiz. hat einen Damm. Am 27. gleiche Decke ist Abds einige offene Stellen, gegen 12 bis 3 Reg. Am 28. bis Spt-Nachmittags stehen auf dieser Cum.; Abds ist nur noch W r. Um 12 u. 5 bis 6 Reg. Am 29. Cirr. Str., die früh auf heit. Grde stehen, bilden Mittags gleiche Decke, und mittags nur selten; Abds ziehen über gleiche Decke Cirr. heiter und nur noch in N ein Damm. Am 30. früh und itr. auf heit. Grde, Tags schöne Cum. überall und Abds, r. am Horiz., heiter.

Wats: veränderlich, meist unfreundlich, heitere, oft kalte it oft sehr warmen, im Ganzen trüben, Tagen. Oft Re-VTage und Nächte hintereinander; westliche und nördliche tlich oft heftig.



PETROGRAPHISCHE CL

Alter Flöts-Gips

Adlerer

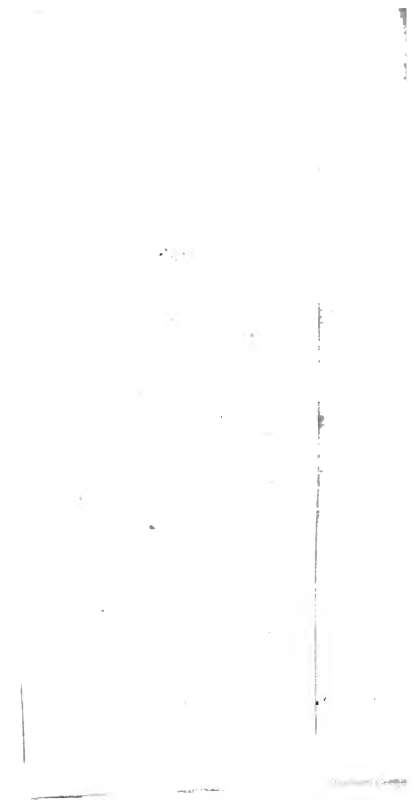


Fig. 1



Fig. 2

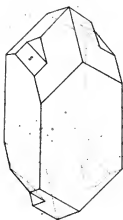


Fig. 6

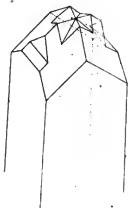
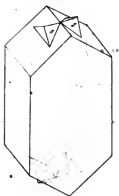
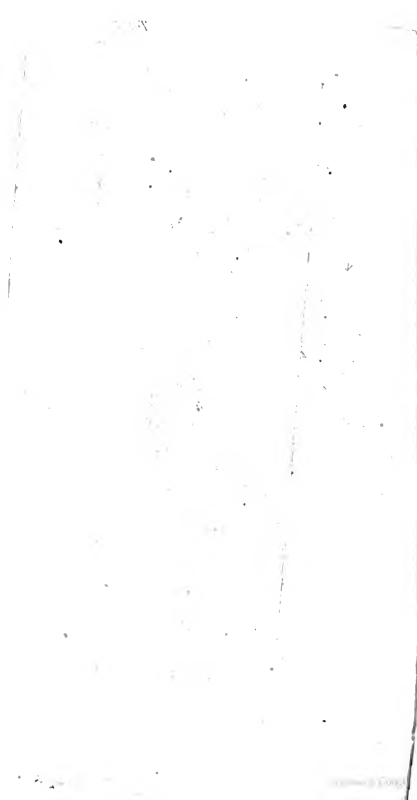


Fig. 7





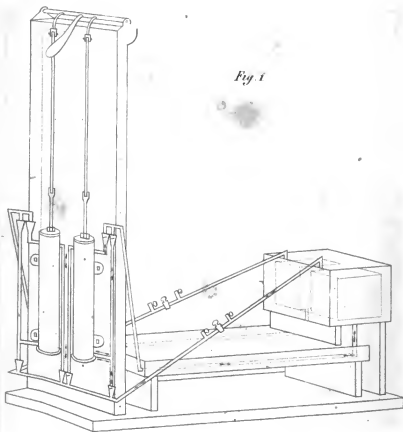


Fig. 1

Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



This book should be returned to
Library on or before the last date

cents a day is incurred
and the specified

